

GESTÃO DO PERIMETRO DE REGA DA BARRAGEM DE BANCA FURADA: UMA PROPOSTA

Erik Augusto da Cruz Sequeira

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Agronómica, ramo de Engenharia Rural

Orientador: Doutor Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa

Orientador: Mestre António Manuel Terrão Russo

Júri

Presidente: - Doutor José Luis Monteiro Teixeira, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

Vogais: - Doutor Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia, Professor Associado com agregação do Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

- Doutor Olivio Godinho Patricio, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia Universidade de Lisboa

- Mestre António Manuel Terrão Russo, Engenheiro do TPF Planege Consultores de Engenharia e Gestão, S. A.

Agradecimentos

Gostaria de deixar expresso o meu gesto de gratidão a todos aqueles, que de uma forma ou de outra, me apoiaram na elaboração deste trabalho.

Ao meu orientador, professor Pedro Leão de Sousa, por ter aceitado orientar-me, pelos conhecimentos transmitidos, pelas sugestões e correcções sugeridas ao longo da realização deste trabalho e pelo apoio demonstrado ao longo desta caminhada.

Ao meu Co-orientador, Engenheiro António Russo, por ter aceitado ser meu co-orientador, pelos ensinamentos transmitidos, pelas sugestões sugeridas e pelo apoio demonstrado ao longo desta caminhada.

À professora, Isabel Rodrigo pelo apoio na estruturação do inquérito.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde (INMG) pelos dados do clima disponibilizados.

Ao professor Manuel Correia, pelos livros sobre ilha de São Nicolau disponibilizados e pelos ensinamentos sobre culturas tropicais.

Ao delegado do MDR da ilha de São Nicolau, Engenheiro Adilson, à coordenadora da extensão rural desta mesma delegação, Dra. Lucilena pelo apoio disponibilizado. E a todos os funcionários da referida delegação e em particular ao técnico, Américo da Silva, por ter - me acompanhado no campo na elaboração dos inquéritos e pelas informações fornecidas.

Ao MDR e à empresa TPF PLANEGE, por terem permitido consultar o Estudo do Projecto de Valorização dos Perímetros de rega das Novas Barragens.

Aos agricultores que aceitaram colaborar comigo, respondendo aos inquéritos.

Aos meus amigos e colegas da faculdade pela amizade, compreensão e apoio moral demonstrado ao longo de todos esses anos, pelos grupos de estudos e pelas partidas de futebol e momentos de convívio e partilha durante estes 5 anos.

Um agradecimento especial para os meus pais Augusto António Sequeira, Margarida Ana da Cruz, aos meus irmãos António e Francisca, pelo amor, carinho, compreensão e pelo apoio incondicional ao longo desses anos. Sem vocês eu não teria conseguido chegar a aqui.

Um agradecimento especial, à minha tia Auxiliadora, pela amizade, carinho, apoio e pelo alojamento durante estes 5 anos. E a todos os outros tios e primos, pelo carinho, amizade, compreensão e apoio demonstrado durante estes 5 anos. Sem vocês eu não tinha conseguido realizar este sonho.

A todos um muito obrigado do fundo do meu coração.

Resumo e palavras-chave

A ilha de São Nicolau foi beneficiada recentemente com a sua primeira barragem, a barragem de Banca Furada. Numa região onde a disponibilidade de água é limitada torna-se fundamental gerir bem este recurso.

Este trabalho tem como principal objectivo a elaboração de uma proposta que permita melhorar a gestão da rega para o perímetro de rega da barragem da Banca Furada.

Para a elaboração deste trabalho foi realizado um inquérito socio-económico aos agricultores que irão beneficiar do perímetro da rega.

Foram seleccionadas 12 culturas dentro das mais utilizadas pelos agricultores da zona e foram criados 3 cenários de precipitação. Foram determinados os consumos de rega para as culturas nos três cenários e de seguida procedeu à simulação da exploração da albufeira para os mesmos cenários com o programa “Simula” em VBA (Visual Basic) desenvolvido pela Pro-Sistemas. Em resultado desse exercício, verificou-se que as áreas máximas de rega não podem exceder os 36 ha, 41ha e 55 ha para os cenários 1, 2 e 3, respectivamente.

As culturas apresentaram uma margem bruta superior a 1000 euros.

O consumo de água pelas culturas não difere muito entre os cenários, tendo-se verificado dois picos de consumo de água no perímetro, de Novembro a Fevereiro e de Março a Junho.

Palavras-chaves: *Gestão de Perímetros de rega, Barragem de Banca Furada, simulação de exploração de albufeiras, Cabo Verde, áreas áridas e semi-áridas.*

ABSTRACT

The São Nicolau Island has recently benefited from its first dam, the Banca Furada. In a region where water availability is limited and it is critical to manage this resource.

This work aims to draw up a proposal for improving irrigation management for the irrigation area of the Banca Furada dam.

To prepare this paper was performed a socio-economic survey to farmers who will benefit on the irrigation perimeter

Were selected 12 crops within the most commonly used by farmers in the area and raised three rainfall scenarios. The irrigation crops consumption was achieved in the three scenarios and then proceeded to the simulation of reservoir operation for the same scenarios with "Simula" programme in VBA (Visual Basic) developed by Pro-Sistemas. As result it was found, that the irrigation areas cannot depass 36 ha, 41 ha and 55 ha, for scenarios 1, 2 and 3 respectively.

Crops showed a gross margin exceeding 1,000 euros.

The water consumption of crops does not differ much between scenarios, with two water consumption peaks on the perimeter, from November to February and from March to June.

Keywords: Irrigation perimeters management, Banca Furada dam, reservoirs exploration simulation, Cape Verde, arid and semi-arid

Índice	
Agradecimentos	i
Resumo e palavras-chave.....	ii
ABSTRACT.....	iii
Lista de Figuras	vi
Lista de Quadros	vii
Lista de Abreviaturas	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e justificação do tema.....	1
1.2 Objectivos.....	2
1.3 Breve descrição sobre a estrutura do trabalho.....	3
2: Estado da arte de gestão de perímetros em áreas áridas e semiáridas.....	4
2.1 Importância do regadio em Cabo Verde.....	4
2.2 Gestão de um perímetro de rega – nota introdutória.....	5
2.3 Gestão da água nas áreas áridas e semiáridas.....	6
2.4 Necessidades de rega	7
2.5 A importância da rega deficitária e a sua aplicação	8
2.6 Evapotranspiração de Referência.....	11
2.7 Coeficientes culturais.....	12
2.7.2 Determinação do coeficiente cultural	13
2.8 Balanço hídrico	13
2.9 Simulação de exploração de albufeiras	15
2.10 Condução e gestão da rega.....	16
2.10.1 Rega de superfície ou de gravidade	17
3 Caracterização da ilha e da área de estudo	24
3.1 Localização	24
3.2 Clima	25
3.3 Solos	30
3.4 Topografia	32
3.5 Agricultura.....	33
3.5.1 Agricultura de Sequeiro.....	34
3.5.2 Agricultura de regadio	34
3.6 Sistemas e técnicas de rega.....	35
3.7 População.....	36
3.8 Disponibilidades de água.....	38

3.9 A Barragem da Banca Furada	39
4 Metodologia	41
4.1 Inquéritos	41
4.2 Selecção das culturas a adoptar	41
4.3 Avaliação das necessidades hídricas	41
4.4 Balanço hídrico	42
4.5 Simulação de exploração da albufeira	43
4.6 Análise económica	44
4.7 Gestão de rega	44
5 Estrutura socio-económica e respectiva dinâmica agrícola da área de estudo	45
5.1 Idade dos agricultores	45
5.2 Nível de escolaridade	45
5.3 Associativismo dos Agricultores	45
5.4 Tipo e Mão-de-obra	46
5.5 Sistemas de rega	46
5.6 Fontes de rendimento dos agricultores	47
5.7 Tipos de adubos utilizados	47
5.8 Principais culturas utilizadas pelos agricultores	48
5.9 Culturas com que os agricultores preferem trabalhar	49
5.10 Apoio técnico	49
5.12 Acções de formação na área agrícola	51
5.13 Tomada de decisões pelos agricultores	51
6 Proposta de um plano de gestão para o perímetro de rega	53
6.1 Selecção das culturas a adoptar	53
6.2 Avaliação das necessidades hídricas	54
6.3 Necessidades de rega	56
6.4 Simulação da exploração da Albufeira	60
6.4.1 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 1	60
6.4.2 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 2	62
6.4.3 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 3	63
6.4.4 Áreas limites de rega em função do enchimento da albufeira	64
6.5 Plano de ocupação Cultural	66
6.6 Análise económica	67
6.7 Gestão de rega	68

6.8 Síntese da Proposta.....	70
7 Conclusões e Perspectivas Futuras	73
7 Referências bibliográficas.....	75
Anexos	79
Anexo 1 Estrutura do inquérito	79
Anexo 2 Evapotranspiração de referência	81
Anexo 3 Quadro do Balanço Hídrico para a cultura da cenoura.....	82
Anexo 4 Gráficos dos Balanços Hídricos.....	83
Anexo 5 Dados utilizados para a simulação de exploração da albufeira.....	96

Lista de Figuras

Figura 2.1: Relações generalizadas entre água de rega aplicada, <i>ET</i> e rendimento de grãos da cultura. (Adaptado de Fereres <i>et.al</i> , 2007).....	10
Figura 2.2 Variação de <i>Kc</i> para diferentes culturas em diferentes em diferentes fases de desenvolvimento, influenciada pelo clima (Adaptado de Allen <i>et.al</i> , 1998).	13
Figura 2.3: Delimitação das zonas de rendimento máximo e de carência hídrica (Fonte: Teixeira, 1991).	15
Figura 3.1 As ilhas de Cabo verde (Fonte: Google).....	24
Figura 3.2 Localização da área de estudo na ilha de São Nicolau (Fonte: TPF PLANEGE e AGRO GES, 2014).	25
Figura 3.1: Temperatura média do ar registada nas estações meteorológicas do aeródromo da Preguiça e do Cachaço.	28
Figura:3.2 Humidade Relativa registada nos estações meteorológicas do aeródromo de Preguiça e do Cachaço.	29
Figura: 3.3 Velocidade do vento nas estações de Preguiça e Cachaço.....	29
Figura: 3.7 Precipitação anual no período de 1980 a 2014 registada no posto de Fajã.....	30
Figura: 3.8 Precipitação média anual no período de 1980 a 2014 registada no posto de Fajã.....	30
Figura: 3.9 sistema de rega gota-a-gota na ilha de São Nicolau.....	37
Figura 3.10 número de pontos de água explorados em S. Nicolau, de acordo com a origem de água (A) e o caudal explorado em cada conjunto de pontos (B) (Fonte: PAGIRE, 2010)	38
Figura: 3.11 Planta do perímetro de rega da barragem da Banca Furada. (Fonte TPF PLANEGE e AGRO GES, 2014)	39
Figura: 5.1 Nível de escolaridade máxima dos agricultores inquiridos.....	45

Figura: 5.2 Percentagem dos agricultores inquiridos que pertencem a alguma associação agrícola.....	46
Figura 5.3 Tipo de mão-de-obra utilizada nas explorações dos agricultores inquiridos.....	46
Figura: 5.4 Sistemas de rega utilizados pelos agricultores inquiridos.....	47
Figura: 5.5 Principal Fonte de rendimento dos agricultores inquiridos.....	48
Figura: 5.6 Tipos de adubos utilizados pelos agricultores inquiridos.....	49
Figura: 5.7 Principais culturas utilizadas pelos agricultores.....	49
Figura 5.8 As culturas com que os agricultores sentem mãos à-vontade para trabalhar.....	50
Figura: 5.9 Percentagem dos agricultores que recorre a algum apoio técnico.....	50
Figura: 5.10 Preço médio dos produtos agrícolas vendidos pelos agricultores.....	51
Figura: 5.11 Percentagem dos agricultores que frequentaram alguma acção de formação na área agrícola.....	52
Figura: 5.12 Forma de tomada de decisões pelos agricultores em referência aos principais factores de produção.....	53
Figura 6.1 Consumos de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário1.....	58
Figura 6.2 Consumos de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário2.....	59
Figura 6. 3 Consumo de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário3.....	60
Figura 6.4 Evolução dos consumos de rega ao longo do ano.....	61
Lista de Quadros	
Quadro 3.1 Agrupamento dos grupos ou subgrupo em classes Adaptado de (Madeira & Pinto,2014)	32
Quadro 3.2 distribuição dos solos na área de influência da barragem da Banca Furada Adaptado de (TPF PLANEGE e AGRO GES, 2014.....	32
Quadro 3.3 Caracterização da população da ilha de S. Nicolau.....	36
Quadro 3.4: População residente nas áreas de influência da barragem da Banca Furada.....	36
Quadro: 5.1 Caracterização dos agricultores inquiridos.....	45

Quadro 6.1 As culturas seleccionadas com as respectivas durações do ciclo, coeficiente cultural para as fases de desenvolvimento e duração de fase de desenvolvimento.....	54
Quadro 6.2: Evapotranspiração de referência, kc e evapotranspiração cultural das culturas.....	56
Quadro: 6.3 Profundidade radicular e coeficiente de gestão de rega para as culturas seleccionadas.....	57
Quadro: 6.4 Precipitação mensal e anual para os cenários.....	58
Quadro 6.2 Resultados falhas na rega para o cenário 1 obtido com simulação anual.....	62
Quadro 6.3 Resultados falhas na rega para o cenário 1 obtido com simulação de um serie de anos de 1994 a 2013 à cota máxima.....	62
Quadro 6.4 Resultados falhas na rega para o cenário 2 obtido com simulação de um serie de anos de 1994 a 2013 à cota máxima.....	63
Quadro 6.5 Resultados falhas na rega para o cenário 2 obtido com simulação anual.....	63
Quadro 6.6 Resultados falhas na rega para o cenário 3 obtido com simulação de um serie de anos de 1994 a 2013 à cota máxima.....	64
Quadro 6.7 Resultados falhas na rega para o cenário 3 obtido com simulação anual.....	64
Quadro 6.8 Área a dedicar a cada cultura em cada um dos cenários.....	65
Quadro 6.9 Resumo de análise económico para cada uma das culturas seleccionadas.....	66
Quadro 6.10 Dotações útil e reais de rega com um intervalo de rega de 3 dias para as culturas ao longo do ano par rega gota-a-gota.....	68
Quadro 6.11 Síntese da proposta de gestão para a cultura de cebola.....	69
Quadro 6.12 Síntese de proposta de gestão para as culturas cultivadas de Novembro a Dezembro	70
Quadro 6.13 Síntese de proposta de gestão para as culturas de Março a Junho.....	71
Quadro 6.14 Síntese de proposta de gestão para a cultura de banana.....	71

Lista de Abreviaturas

CV----- Custos Variáveis
CVT---Custos Variáveis Totais
ET₀--- Evapotranspiração de Referência
ETc-----Evapotranspiração cultural
INMG-----Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde
Kcb----- Coeficiente Cultural Basal
Kc---Coeficiente Cultural
Ke----- Coeficiente de Evaporação
MB----- Margem Bruta
MDR----- Ministério de Desenvolvimento Rural
NmE----- Nível mínimo de exploração
NPA----- Nível de Pleno Armazenamento
Ra----- Radiação no Topo de Atmosfera
RT -----Receitas Totais

1 Introdução

1.1 Enquadramento e justificação do tema

A agricultura tem como principal objectivo garantir alimentos em quantidade suficiente e com qualidade destinados à população, sendo esta uma tarefa de todos os estados que dentro das suas possibilidades, têm que procurar dotar o seus países das ferramentas necessárias para poder obter alimentos suficientes e seguros para os seus habitantes.

Com o aumento exponencial da população aumenta também a procura de alimentos e há que produzi-los em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades alimentares da população mundial. A produção pode crescer, aumentando a área dedicada à agricultura e/ou aumentando a produtividade unitária. Esta última, implica obrigatoriamente o recurso ao regadio, que para além de aumentar a produção, permite produzir durante períodos do ano em que não chove, sobretudo nas regiões em que o período de precipitação é relativamente curto, como é o caso de Cabo Verde e, assim, contribuir para a redução da pobreza e, consequentemente, da fome.

Nas regiões onde há pouca disponibilidade de água e a época da chuva é relativamente curta, uma boa medida passa primeiro por armazenar parte da água que escorre para o mar durante a época da chuva e depois fazer uma gestão criteriosa dessa mesma água. Esta é uma medida que, de certa forma, tem vindo a ser implementada em Cabo Verde.

Para aumentar a disponibilidade de água e desenvolver a agricultura em Cabo Verde, o governo de Cabo Verde tem vindo a construir várias barragens em algumas das ilhas do Arquipélago. São Nicolau foi beneficiada recentemente com a sua primeira obra. A barragem de "Banca Furada".

São Nicolau é uma ilha agrícola mas também bastante montanhosa o que faz com que, em muitas situações a agricultura, sobretudo a agricultura de sequeiro, seja praticada em declives muito acentuados o que não é confortável para o trabalhador que tem dificuldades em equilibrar-se para realizar as operações agrícolas. Por outro lado, agrava o problema da erosão do solo, levando assim a perdas significativas do mesmo. A produtividade nestas situações é muito baixa, mas não deixa de ser uma ilha com lindas paisagens, para quem visita esta ilha.

A barragem da Banca Furada foi construída naquele que é considerado um dos vales mais importantes de São Nicolau, o vale de Fajã. Nesta zona é notória a aposta no

desenvolvimento da agricultura, por parte do MDR e da população local, nomeadamente com recurso à rega gota-a-gota. Segundo os técnicos do MDR, cerca de 97 % das parcelas de regadio são regadas com gota-a-gota. Por outro lado, já há alguns agricultores a utilizar outros factores de produção como adubos e fitofármacos e também há uma aposta na formação agrícola.

A agricultura deve ser sustentável quer a nível ambiental, social e económico e levá-los ao ponto, onde mais do que ter os factores de produção disponíveis, é preciso saber geri-los para poder atingir a tal sustentabilidade, e é com base nisso que surge este trabalho com o intuito de contribuir para uma gestão mais eficiente e sustentável do perímetro de rega da barragem da “Banca Furada”.

Esta barragem não vem a ser apenas importante para a zona de Fajã mas sim para toda a ilha e mesmo do país, pois para além de contribuir para aumentar e diversificar a produção agrícola da ilha é geradora de emprego e tudo isto junto vai contribuir significativamente para o desenvolvimento da nossa economia.

A produção agrícola não é destinada só ao mercado local mas também aos mercados das ilhas do Sal e de São Vicente. Para que os agricultores consigam vingar nesses mercados é preciso serem competitivos e, para atingirem esta competitividade, é de extrema importância todo o auxílio técnico, sobretudo na gestão dos factores de produção e na tomada de decisão para poderem produzir com qualidade e a um preço competitivo.

1.2 Objectivos

Dada a importância deste perímetro de rega para o desenvolvimento da agricultura e da economia da ilha de São Nicolau, e pelo facto de São Nicolau ser das ilhas agrícolas menos estudada, os objectivos deste trabalho são:

Objectivo geral

Elaborar uma proposta de gestão para o perímetro de rega da barragem de Banca Furada

Objectivos específicos

1 – Inteirar-se sobre a situação económica dos agricultores da área de estudo e da respectiva dinâmica agrícola

2- Seleccionar as possíveis culturas a adoptar no perímetro de rega

3 - Avaliar as necessidades hídricas das culturas

- 4 - Determinar as necessidades de rega para as culturas seleccionadas
- 5 - Estimar a variação do armazenamento da albufeira ao longo do ano
- 6 – Elaborar um plano de ocupação cultural

1.3 Breve descrição sobre a estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em 7 capítulos incluindo a introdução e as considerações finais.

Capítulo 1 Introdução: onde se procede ao enquadramento, justificação do tema e respectivos objectivos deste estudo.

Capítulo 2 Estado da arte da gestão de perímetros em áreas áridas e semiáridas, onde se encontram informações sobre a arte de rega nas regiões áridas e semiáridas, em resultado de pesquisas bibliográficas sobre o tema

Capítulo 3 Caracterização da ilha e de área de estudo, onde se encontram informações referentes a solos, clima, topografia, agricultura, sistemas de rega, aspectos socioeconómicos, disponibilidade de água, descrição da barragem da “Banca Furada” e caracterização de rede de distribuição.

Capítulo 4 Metodologias, onde se encontram descritas todas as metodologias usadas para a elaboração deste trabalho.

Capítulo 5 Estrutura socioeconómica e respectiva dinâmica agrícola, onde apresenta-se os resultados do inquirito aplicado a 46 agricultores da área de estudo.

Capítulo 6 Proposta de um plano de gestão do perímetro de rega da barragem da Banca Furada, onde se encontram a conceptualização e a formalização de uma proposta para gestão sustentável do perímetro de rega da barragem da Banca Furada.

Capítulo 7 Conclusões finais, neste capítulo procede-se à descrição das considerações finais inerentes a este trabalho.

2: Estado da arte de gestão de perímetros em áreas áridas e semiáridas

2.1 Importância do regadio em Cabo Verde

O clima de Cabo Verde é muito árido. As ilhas estão compreendidas na faixa climática responsável pelo deserto norte – africano, junto à zona de transição para o clima tropical. A chuva é escassa e a precipitação ocorre durante o Verão. A precipitação varia muito com a altitude. Nas ilhas baixas a chuva anual atinge às vezes 100 mm. No cimo das montanhas podemos ter precipitações anuais na ordem dos 1000 mm ou mais (Aly de Pina, 2009).

Em Cabo Verde o problema mais grave no que toca a precipitação não é a quantidade mas sim a sua distribuição. O número de dias com precipitação é muito reduzido, a percentagem de escoamento é muito elevada, fazendo com que a agricultura de sequeiro atinja produtividades muito baixas e, por vezes, mesmo nulas.

Como já é conhecido da lei dos mínimos de *Liebig*, a produção agrícola máxima depende do fertilizante que se encontra no solo em menor quantidade, mas, porventura no caso de Cabo Verde a produção máxima depende do factor água. Contudo, é de salientar que este deve ser aplicado de uma forma criteriosa.

Nas regiões áridas ou naquelas em que a precipitação que ocorre durante a época cultural não seja suficiente para satisfazer as necessidades em água das plantas, como é o caso de Cabo Verde, torna-se necessário proceder a uma distribuição de água artificial às plantas através da rega, de modo a que possam atingir as produções potenciais das culturas seleccionadas para uma dada região.

A agricultura de sequeiro praticada em Cabo Verde apenas cultiva o milho e o feijão, tornando-se, assim, numa agricultura pouco diversificada, sendo que, para uma maior diversificação, se torna necessário a introdução de técnicas de regadio. A produtividade média das culturas em Cabo Verde é muito baixa, quando comparada com a de outras regiões do mundo, e o pouco que se produz ainda não chega para satisfazer a procura no mercado local. Por isso há a necessidade de aumentar a produção, o que passa pela utilização de sementes melhoradas e pelo recurso a água e fertilizantes.

Segundo os dados do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA, 2004), a área total cultivável em Cabo Verde é de 44 085,2 ha, da qual 99,6% pertence às explorações agrícolas familiares. As três principais ilhas agrícolas (Santo Antão, Santiago e Fogo) detêm 83,5% das explorações agrícolas familiares. Das 35145 explorações agrícolas familiares que praticam agricultura, 90,8% são de sequeiro, 7,8% são de regadio e apenas 1,3% são mistas, onde se pratica em simultâneo agricultura de sequeiro e de regadio.

O regadio em Cabo Verde tem o papel de modernizar a agricultura cabo-verdiana, diversificando e aumentando a produção local e, com isso, de contribuir para a segurança alimentar. Também em termos socioeconómicos ainda pode ser visto como uma forma de oferecer oportunidades de emprego, sobretudo junto das regiões rurais, onde o problema de emprego é bastante grave.

Segundo Silva (2009), os agregados com regadio na ilha do Fogo têm um rendimento anual bastante superior aos rendimentos auferidos pelos agregados sem regadio, sendo que os primeiros têm uma alimentação mais diversificada com um consumo calórico superior aos agregados sem regadio.

2.2 Gestão de um perímetro de rega – nota introdutória

Quando se fala na gestão de um perímetro de rega é preciso dispor de conhecimento sobre as disponibilidades de água, da estrutura fundiária, das culturas e das condições socioeconómicas inerentes ao perímetro, para que se possa praticar uma gestão adequada às condições locais e dar resposta à procura de alimentos no mercado local. Para a condução da rega deve-se ter conhecimento sobre os dados meteorológicos (precipitação efectiva e evapotranspiração), dados da cultura (défice permissível, volume de solo explorado pelas raízes e a duração do ciclo) e dados do solo (profundidade efectiva, capacidade de campo, coeficiente de emurchecimento e curva de retenção de água).

O regadio implica grandes consumos de água e, por isso, a sua utilização tem de ser feita de modo a atingir a sustentabilidade em regadio. A rega deve ser feita de modo a aplicar apenas a quantidade de água retirada do solo pelas plantas. A exploração do perímetro deve ser pensada com intuito de aumentar a produção, mas sem comprometer a produtividade ao longo dos tempos.

Ao nível das parcelas de rega, onde os agricultores têm intervenção, devem recomendar-se normas de uso das coberturas dos equipamentos nas parcelas e dos automatismos, com os objectivos de racionalizar o uso da rede de rega, analisar o consumo energético e promover as formas da sua diminuição.

Os recursos agrícolas existentes poderão ser grandemente maximizados se o perímetro for considerado como uma unidade de gestão económica e que os parâmetros agro-climáticos e económicos estejam na base de qualquer tomada de decisão (Sabino, 1991).

A gestão de um perímetro de rega colectiva deve ser pensada não só para que a água chegue a todos os agricultores mas, também, de forma a que não haja sobreposição de culturas, para que não se produzam os mesmos produtos ao mesmo tempo.

Para que a gestão do perímetro seja eficiente e sem conflitos é fundamental que os agricultores se organizem, dando origem a uma associação de regantes onde possam ser discutidos todos os problemas que surjam e, por outro lado, tornando mais fácil o acesso a apoios técnicos no que toca à gestão e condução da rega.

Hoje em dia a gestão de um perímetro de rega pode ser feita com auxílio das novas tecnologias como, por exemplo, os sistemas de informação geográfica (SIG). A utilização da tecnologia SIG permite, através da criação e adição de novas funcionalidades, desenvolver soluções que respondam às necessidades específicas das entidades responsáveis pela exploração e gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas. Os SIG podem, deste modo, contribuir para o aumento da eficiência do uso e gestão da água de rega (Búrcio, 2009).

2.3 Gestão da água nas áreas áridas e semiáridas

As zonas do clima árido podem ser definidas de acordo com Yaron (1969), como aquelas em que em nenhuma estação do ano as culturas se podem desenvolver sem o recurso a rega, onde, normalmente, a precipitação média anual é inferior a 250 mm e com uma queda bastante irregular e imprevisível e com intervalos entre elas bastante alargados.

Nestas regiões, que apresentam normalmente taxas de evaporação muito elevadas, assim com valores de radiação solar muito altos e humidade do ar muito baixos, poderiam permitir o desenvolvimento de um tipo de agricultura bastante intensiva. Contudo, normalmente, os seus baixos recursos em água de superfície ou subterrânea impedem que tal aconteça (Oliveira, 2011).

A agricultura de regadio nas regiões áridas e semiáridas só é possível com recurso a captação e armazenamento de água (nos períodos em que se verifica precipitação para poder ser usada nas alturas em que não chove) ou por transferência de água de uma região para outra. Tais opções implicam investimentos elevados que é necessário rentabilizar.

Nas regiões áridas e semiáridas a gestão da água deve ser feita de forma mais criteriosa do que nas regiões onde não há restrição de uso de água para a agricultura. A

produção está fortemente dependente da qualidade e da quantidade da água que é empregue na agricultura.

Nas regiões onde se verifica escassez hídrica, como são as regiões áridas e semiáridas a gestão de água tem de ser feita com o intuito de poupança. Daí que é fundamental encontrar correctamente as respostas para as questões de quanto, quando e como regar, para que o uso de água na agricultura seja feito da forma mais eficiente possível (maximizando a produção e minimizando as perdas de água). Por outro lado, também se devem escolher culturas que suportem situações de carência de água. E, com estes princípios, a utilização da água na agricultura pode ser feita de forma a não comprometer o que noutros sectores, garantindo a sustentabilidade.

Nas regiões em que a escassez de água é bastante preocupante, as águas subterrâneas têm desempenhado um papel fundamental na satisfação das necessidades domésticas e de rega. A sobre-exploração e a falta de planificação, de enquadramento jurídico e de uma gestão eficaz põem em causa a sustentabilidade do uso intensivo das águas subterrâneas, o que poderá agravar ainda mais a situação, já muito difícil nessas regiões.

A África apresenta-se como o continente de menor percentagem de área dedicada ao regadio. Por isso, ainda há muito para fazer neste continente e também nas outras áreas tropicais não africanas, para que a agricultura seja menos dependente da precipitação que é mal distribuída anualmente e é irregular em cada ano.

No entanto há autores que apontam que o continente africano tem cerca de 3000 km³ de água utilizável e que os terrenos aptos a muitos aptos para a actividade agrícola necessitam apenas de 1900km³ de água (Ferrão, 1991).

2.4 Necessidades de rega

Na agricultura de regadio é crucial conhecer bem as necessidades hídricas de cada cultura e a precipitação das regiões para se poder determinar as quantidades de água a aplicar na rega.

A intensidade da evapotranspiração das culturas depende de factores ligados ao clima (humidade relativa do ar, insolação, vento e temperatura) e à própria cultura (dimensão da planta, percentagem de cobertura do solo, fase do desenvolvimento vegetativo). O solo, não tendo influência directa na evapotranspiração, influencia a escolha do intervalo de tempo entre regas e o cálculo da dose de rega (volume de água a aplicar em cada rega). O solo pode, ainda, condicionar a eficiência de rega, sobretudo se esta não for conduzida com os cuidados necessários.

A necessidade de água de uma cultura corresponde à procura evaporativa dessa cultura em determinado ambiente e recebendo tractos culturais determinados (Pereira, 2004). A evapotranspiração das culturas corresponde à soma da transpiração das plantas com a evaporação da água do solo e pode ser observada com base em lisímetros, medida através de observações micrometeorológicas, ou, ainda, pode ser estimada com base em observações climáticas padrão.

As necessidades de água para a rega podem ser estimadas através de um balanço hídrico do solo cultivado. Para tal, considera-se que as necessidades de água são satisfeitas pela precipitação e pela rega e que as saídas de água correspondem à evapotranspiração cultural, percolação para as camadas do solo abaixo da zona radicular e perdas por escoamento.

A determinação da rega pode ser analisada com base em dois grandes níveis:

- A **previsão**, que é feita normalmente quando se pretende instalar um regadio, onde o principal objectivo é determinar os consumos anuais tendo em vista a área máxima a regar face às disponibilidades existentes e às necessidades no período de ponta, que permitam o dimensionamento da rede de distribuição;

- A **gestão**, que é feita durante a exploração de um regadio, em que o principal objectivo é a determinação o mais exacto possível da quantidade de água e quando a aplicar.

2.5 A importância da rega deficitária e a sua aplicação

Nas situações, com escassez de água, o objectivo do agricultor é maximizar o rendimento de cada unidade de água aplicada, em vez das convencionais unidades de terra. Neste sentido, surgiu o conceito de produtividade da água que pode ser definido como sendo a produção ou o rendimento líquido por cada unidade de água utilizada na evapotranspiração (Kijne *et al.*, 2003 *cit in* Inês 2011). A produtividade da água aumenta numa situação de rega deficitária, relativamente ao que sucederia em rega convencional, facto demonstrado experimentalmente em várias culturas (Zwart e Bastiaanssen, 2004; Fan *et al.*, 2005 *cit in* Inês 2011).

A rega deficitária pode ser benéfica na poupança de água se for aplicada de forma adequada. No entanto, para ser bem-sucedida é necessário um conhecimento profundo do comportamento das culturas, como a resposta da cultura ao stresse hídrico que varia consideravelmente.

Estudos anteriores mostraram que a redução no rendimento com a rega deficitária é normalmente menor do que a redução de água aplicada, por exemplo uma redução de 30 % de água de rega resulta em apenas uma redução de 10% do rendimento. Isto significa que a produtividade marginal de água aplicada tende a ser baixa quando se faz uma rega próximo da rega plena. Isso resulta, quer do aumento da eficiência das aplicações de água (menos percolação, escoamento e perdas evaporação da rega e uma melhor utilização de precipitação) com a rega deficitária. A limitação da água pode ser gerida economicamente com recurso a rega deficitária em vez de reduzir a área plantada e ainda com a rega deficitária pode permitir a transferência ou venda de água para outros sectores (Trout, 2010).

O uso de modelos pode ser uma importante ferramenta para simular o comportamento hídrico da cultura sob diferentes condições de abastecimento de água. As funções de rendimento e resposta à água desenvolvidos por Doorenbos e Kassam (FAO, 1979) foram testados com sucesso no modelo CROPWAT da FAO (FAO, 2002).

As culturas menos sensíveis ao stresse hídrico como algodão, milho, amendoim, trigo, girassol, e beterraba sacarina podem adaptar-se bem às práticas da rega deficitária, já para as culturas mais sensíveis ao stresse hídrico, como por exemplo a batata, tornam-se menos económicas quando submetidas ao stresse hídrico (FAO, 2002).

O recurso à rega deficitária tem menor sucesso nas fruteiras porque o retorno económico não está propriamente relacionado com a quantidade de biomassa e/ou uso de água, mas sim com a qualidade do fruto como por exemplo teor de açúcares, calibre, cor e dureza da polpa (Feres *et al.*, 2003).

Uma vez que nas regiões áridas e semi-áridas as variedades locais evoluíram no sentido da maior adaptabilidade à falta de factores de produção, nomeadamente falta da água, é de esperar que essas variedades apresentem boa adaptabilidade à rega deficitária.

A agricultura regada em situações com limitação de água requer a maximização da produtividade por unidade de água. As relações entre a produção de culturas e a água consumida são informações básicas e necessárias para maximizar a produtividade. Esta informação pode ser usada para determinar se a rega deficitária é economicamente desejável e como melhor gerir o abastecimento de água (Trout, 2012).

Na rega sobretudo quando da aplicação da rega deficitária é de extrema importância saber o ponto em que o rendimento da cultura é afectado pela falta de água e o ponto a

partir do qual o rendimento já não aumenta por adição de mais água. Tais pontos podem ser observados na Figura 2.1.

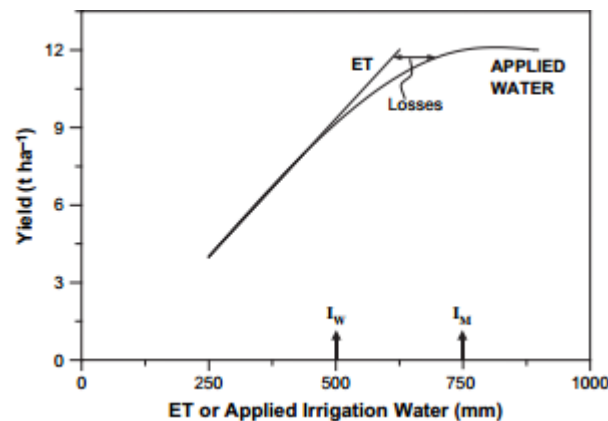


Figura 2.1: Relações generalizadas entre água de rega aplicada, ou ET e rendimento de grãos da cultura. I_w indica o ponto a partir do qual a produtividade da água de rega começa a diminuir, e I_M indica o ponto a partir do qual o rendimento não aumenta mais com aplicação de água adicional. (Adaptado de Fereres *et.al*, 2007).

2.5.1 Técnicas de rega deficitária

Segundo Ferreira (2010) as técnicas de rega deficitária são as seguintes:

- **Rega deficitária controlada (RDI):** em que a cultura é submetida a um período de stresse em fases específicas do seu ciclo biológico. Nas árvores de fruto a rega deficitária é aplicada na fase do endurecimento do caroço (fase II do desenvolvimento do fruto);

- **Rega alternada da parte das raízes (PRD):** é uma técnica que tem revelado ser bastante promissora para a indução da tolerância ao stresse nas árvores de fruto, em que, cada metade do sistema radicular é regada alternadamente. Os lados molhados e secos do sistema radicular têm um ciclo de 10-14 dias (FAO, 2002);

- **Rega deficitária sustentável (SDI):** é uma técnica em que na sua gestão as raízes secam parcialmente e é aplicada uma quantidade de água controlada que corresponde a uma percentagem da evapotranspiração cultural. O défice hídrico não é criado pela retenção da água, mas sim através da aplicação de um volume menor de água em cada evento de rega para todo o período em que se realizam regas;

- **Rega deficitária de baixa frequência (LFDI):** em que a cultura é conduzida durante um período em sequeiro e apenas são efectuadas regas suplementares ou complementares.

2.6 Evapotranspiração de Referência

É a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, para a qual se assume uma altura de 0,12 m, uma resistência de superfície constante de 70 s m^{-1} e um albedo de 0,23, semelhante à evapotranspiração de um extenso coberto de relva verde de altura uniforme, em crescimento activo, cobrindo totalmente o solo e bem abastecido de água (Allen *et al.*, 1998).

O método de Penman-Monteith é capaz de fornecer resultados semelhantes aos observados na medição da evapotranspiração de cobertos da relva, por ter uma base física sólida e por incorporar claramente tantos parâmetros fisiológicos como aerodinâmicos. A relva foi escolhida como cultura de referência com uma altura e uma resistência constantes, de modo a evitar os problemas de calibração local, que requerem estudos exaustivos e dispendiosos (Pereira, 2004).

Como o método de Penman-Monteith exige muitos dados meteorológicos e nem sempre esses dados estão disponíveis para certas regiões, o que torna difícil a sua aplicação e com isso surge a necessidade de recorrer a outros métodos mais simples, muitas das vezes métodos empíricos que necessitam de ser calibrados.

Neste trabalho por não haver dados suficientes para a região em estudo optou-se por recorrer ao método do Hargreaves-Samani. Este método é muito utilizado para gestão de rega em situações com poucos dados meteorológicos disponíveis (Shahidian *et al* 2013).

O método teve que ser previamente calibrado para a situação de Cabo Verde antes de ser aplicado neste trabalho. A calibração foi feita com base nos dados de São Domingos, ilha de Santiago. Esses dados foram retirados da dissertação de doutoramento de Moreno (2013), realizado no Instituto Superior de Agronomia.

A escolha de parâmetros culturais constantes, como a altura e a resistência pode não representar inteiramente a realidade para todos os regimes climáticos, mas não obstante, o método Penman-Monteith fornece valores de ET_0 consistentes para todas as regiões climáticas (Pereira, 2004).

Equação de Hargreaves-Samani

$$ET_0 = 0,0135 \times Krs \sqrt{(T_{max} - T_{min})} \times Ra \times \left(\frac{T_{min} + T_{max}}{2} \right) + 17,8 \quad [1]$$

ET_0 = Evapotranspiração de referência (mm/dia)

Ra = radiação no topo da atmosfera (mm/dia)

T_{max} = temperatura máxima (°C)

T_{min} = Temperatura mínima (°C)

K_{rs} que é unidade equivalente de evaporação de água variando entre 0,19 nas zonas costeiras e 0,16 nas zonas interiores. Geralmente a equação é escrita com K_{rs} igual a 0,17.

2.7 Coeficientes culturais

Após se ter calculado ET_o , é necessário converter os valores para a cultura em causa. Para o efeito é necessário multiplicar ET_o por um coeficiente, designado de Coeficiente Cultural, K_c , que terá um valor inferior a 1 para culturas que precisam de menos água do que relva e superior a 1 para culturas que precisam de mais água. Assim obtemos a evapotranspiração cultural (ET_c) (Shahidian, 2012).

$$ET_c = K_c ET_o. \quad [2]$$

2.7.1 Factores que determinam o coeficiente cultural

Segundo Pereira *et.al* (1998) o coeficiente cultural incorpora efeitos de três características primárias que distinguem uma cultura da cultura de referência: i) a altura da cultura, que afecta a rugosidade e resistência aerodinâmica; ii) a resistência de superfície solo-vegetação, que é influenciada pela superfície foliar, a proporção solo coberto pela vegetação, a idade e estado das folhas, pelo grau de regulação estomática e humidade da superfície do solo; e iii) o albedo (coeficiente de reflexão), que depende da proporção do solo que é coberto pela vegetação e da humidade do solo.

Os coeficientes culturais são determinados pelo tipo de cultura, pelo clima, pela evaporação do solo e fases de desenvolvimento da cultura (Allen *et.al.*, 1998). A figura 2.2 ilustra a variação de K_c para diferentes culturas influenciado pelo factor clima e pelo desenvolvimento das mesmas.

É de salientar que em condições em que a cultura sofre um stresse hídrico, ou em situações da salinidade da água ou do solo a evapotranspiração real das culturas é menor do que evapotranspiração máxima ou potencial, pelo que se deve usar o k_c ajustado.

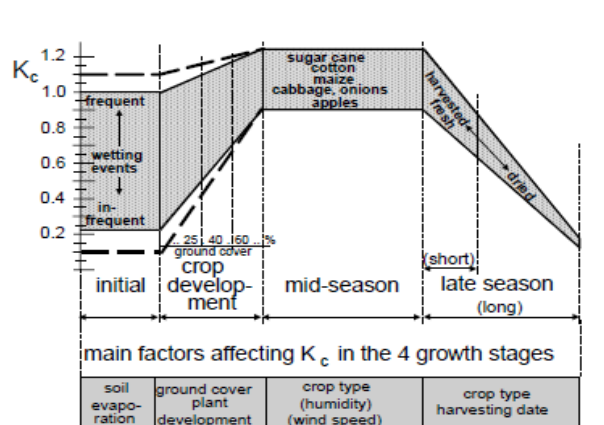


Figura 2.2 Variação de K_c para diferentes culturas em diferentes em diferentes fases de desenvolvimento, influenciada pelo clima (Adaptado de Allen *et.al.*, 1998).

2.7.2 Determinação do coeficiente cultural

O coeficiente cultural pode ser determinado com base em dois tipos de abordagens:

- Utilização de um único K_c , onde o efeito da transpiração da cultura e evaporação do solo são combinados num único coeficiente. Trata-se de uma abordagem para calcular a evapotranspiração para períodos semanais ou mais longos. Esta abordagem é utilizada para estudos de planeamento dos sistemas de rega, para rega de superfície ou de aspersão com intervalos entre rega de vários dias, frequentemente dez ou mais dias (Allen *et.al.*, 1998).

- Recurso ao K_c dual, em que os efeitos da transpiração da cultura e da evaporação do solo são determinados separadamente. Considera-se o coeficiente cultural basal (k_{cb}), que descreve a transpiração da planta e o coeficiente de evaporação do solo (k_e) para descrever a evaporação do solo. Esta abordagem exige mais cálculos numéricos do que no procedimento do K_c simples. O K_c dual é melhor para casos de rega com alta frequência, para cálculos do balanço hídrico do solo, e para estudos de investigação (Allen *et.al.*, 1998).

2.8 Balanço hídrico

A gestão da água na rega é cada vez mais importante, sobretudo em situações com escassez de água, para a optimização da produção e tendo em vista a protecção do ambiente. Daí a necessidade de desenvolver modelos que simulem a rega.

Os modelos que visam a programação da rega exigem uma caracterização do sistema solo-planta-clima e a definição das disponibilidades de água, permitindo assim calcular o balanço hídrico do solo (Teixeira & Pereira, 1992).

A equação geral do balanço hídrico do solo poderá ser descrita da seguinte forma:

$$\Delta R = (Pe + V_r - ET_r + Rg + Ac - Dr) \Delta t \quad [3]$$

Em que ΔR representa a variação do volume de água armazenado no solo durante o período de tempo Δt (mm), Pe representa a precipitação efectiva ($mm \text{ dia}^{-1}$), V_r o volume de água disponibilizado pelo crescimento das raízes ($mm \text{ dia}^{-1}$), ET_r representa a evapotranspiração real ($mm \text{ dia}^{-1}$), Rg a dotação de rega ($mm \text{ dia}^{-1}$), Ac a ascensão capilar ($mm \text{ dia}^{-1}$), Dr as perdas de drenagem e percolação profunda ($mm \text{ dia}^{-1}$) e Δt o intervalo de tempo (dia)

Com base na variação do teor de água no solo podem-se definir três zonas, como é possível observar na figura 2.3, que são as seguintes:

- **Zona de saturação**, onde o teor de humidade do solo se encontra acima da capacidade de campo (Cc).

- **Zona de rendimento óptimo**: volume de água facilmente utilizável pelas plantas, isto é, reserva facilmente utilizável (RFU)

$$RFU = (\theta_{cc} - \theta_{ce}) Z p \quad [4]$$

Em que Cc capacidade de campo, Ce coeficiente de emurchecimento, Z profundidade radicular e p coeficiente de gestão de água.

- **Zona da Carência hídrica**: existem forças de retenção que dificultam a extracção de água pelo sistema radicular.



Figura 2.3: Delimitação das zonas de rendimento máximo e de carência hídrica (Fonte: Teixeira, 1991)

A curva superior representa o volume máximo de água que pode ser armazenada na zona radicular em condições de bom arejamento. Coincide com a curva que traduz a variação de reserva utilizável de água.

A curva intermédia representa o volume mínimo, a partir do qual se verificam quebras de rendimento. Coincide com a curva que traduz o limite do rendimento óptimo.

Na zona de carência hídrica, ETr é inferior a ETc , que varia linearmente com o teor de água no solo (R).

$$ETr = (ETc / RFU) R \quad [5]$$

A ascensão capilar (Ac) varia com a zona considerada, sendo igual a zero na zona do rendimento óptimo e na zona da carência hídrica pode ser estimada da seguinte forma:

$$Ac = G_{asc} - (G_{asc} / RFU) R \quad [6]$$

Em que G_{asc} potencial de ascensão capilar ($mm\ dia^{-1}$).

Em termos práticos as necessidades hídricas são calculadas para a zona do rendimento óptimo, o que simplifica a equação do balanço hídrico

$$R(t) = R_i + (Pe + Vz - Etm)t \quad [7]$$

2.9 Simulação de exploração de albufeiras

Segundo (Portela, 2014) a variação de armazenamento num reservatório tem por base a equação da continuidade e, a simulação da sua exploração é efectuada em sucessivos períodos ou passos de cálculo, no início de cada um dos quais se supõe conhecido o volume de armazenado na albufeira acima do nível mínimo de exploração, NmE .

Em cada passo de cálculo, constituem também dados frequentes do problema os volumes afluentes à albufeira provenientes, quer do curso de água em que se insere, Q_t , quer da precipitação directamente nela caída, P_t , e os volumes efluentes da albufeira, correspondentes ao fornecimento, D_t , às perdas por evaporação, E_t , e a outras perdas, L_t .

Nas anteriores condições, a equação que, em cada D_t , traduz, o balanço hídrico da albufeira, é expressa por:

$$S_{t1} = S_t + Q_t - D_t - E_t + P_t - L_t$$

Sujeita à restrição:

$$0 \leq S_{t1} \leq C$$

Em que C é a capacidade útil da albufeira e S_{t+1} representa o volume armazenado na albufeira no fim do passo de cálculo.

A simulação da exploração de uma albufeira é fundamental para, em fase de projecto, analisar se os recursos hídricos disponíveis, conciliados com a capacidade de armazenamento do reservatório/albufeira, são suficientes para atender às necessidades de água dos potenciais consumidores situados a jusante da barragem. Para o analisar até que ponto se podem satisfazer as necessidades, isto é, com os recursos disponíveis, que área se pode regar com restrições aceitáveis ou que populações se poderão servir.

Trata-se de um balanço de volumes com um armazenamento intermédio, sendo as entradas a água afluyente (por escoamento superficial ou subterrâneo, transvase entre bacias e precipitação directa) e as saídas os volumes correspondentes aos consumos (rega, abastecimento urbano, indústria, etc.) e às perdas por evaporação e para caudal ecológico.

Mais à frente, no ponto 4.5, indica-se a expressão adoptada para o caso concreto da barragem da Banca Furada

2.10 Condução e gestão da rega

A condução de água dentro de uma parcela agrícola deve ser feita de forma a obter os melhores resultados no que diz respeito à economia de água e à produção, independentemente do processo de rega a ser utilizado, sendo que estes princípios devem estar sempre presentes.

Nos países em desenvolvimento os aspectos sociais nunca podem ser esquecidos na planificação de um regadio. Deve-se ter em consideração as técnicas tradicionais e os costumes locais, por forma a que os sistemas de rega se integrem perfeitamente nas actividades quotidianas e respondam às necessidades das comunidades. A introdução de novos sistemas de rega significa uma intervenção tecnológica no sistema agrícola, mesmo se a rega já vem sendo praticada tradicionalmente, o que acarreta diferentes práticas de operação, de gestão e da manutenção. Caso as comunidades locais não estejam preparadas para aceitar estas alterações, os novos sistemas não conhecerão sucesso (Sousa, 1993).

A tarefa de escolher o método de rega mais adaptado para a situação em causa exige ponderar vários factores que determinam essa escolha. Os principais factores a ter em conta nessa escolha são: clima, solo, tipo de cultura, mão-de-obra, disponibilidades financeiras e aspectos sociais.

A gestão da rega poder-se-á definir como o processo de determinação e controlo do volume, frequência e taxa da aplicação da água num sistema que se pretende, eficiente e uniforme (Oliveira, 2011).

Nas situações em que há limitação da água, isto é quando esta é fornecida abaixo das necessidades máximas da rega, numa determinada área, existem duas opções de gestão da rega. Pode-se optar por fazer uma rega parcial às culturas numa larga área ou uma rega completa numa área reduzida. A escolha de uma ou outra estratégia depende inteiramente da natureza da cultura e do objectivo a alcançar-se é rendimento ou qualidade. Para aumentar a qualidade, algum stresse de humidade pode levar à perda de qualidade, pelo que o mais aconselhável é fazer um suprimento adequado à cultura numa área reduzida, quando se pretende aumentar o rendimento, a rega deficitária pode ser vantajosa (Baily, 1990 *cit in* Ibraimo, 2005).

Podem-se destacar quatro métodos de rega, como mostra o quadro 2.1. Neste trabalho apenas serão detalhados os sistemas de rega por sulcos, canteiros e gota-a-gota, por serem os utilizados em Cabo Verde.

Quadro 2.1 Sistemas, Métodos e processos de rega

	Métodos	Processos
Gravidade	Escorrimento	Regadeiras de nível
		Faixas
	Submersão	Canteiros (alagamento permanente ou temporário)
		Caldeiras
	Infiltração	Sulcos
		Subterrânea
Pressão		Localizada (gota - a - gota e micro aspersão)
	Aspersão	

2.10.1 Rega de superfície ou de gravidade

A rega de superfície é uma das técnicas de que se dispõe para distribuir a água às plantas, exclusivamente por acção da gravidade, i.e., com a água escoando em superfície livre. Nesta técnica, a água é conduzida para as cabeceiras de pequenos canais em terra, chamados sulcos ou de uma determinada parcela previamente adaptada ao regadio, como é o caso dos canteiros ou das faixas (Oliveira, 1993).

Consoante a água escorre sobre o terreno, submerge o mesmo ou se infiltra ao longo do percurso, assim se podem distinguir vários processos de rega.

A rega de superfície quer através do processo das caldeiras, sulcos ou canteiros, tem vindo a ser praticada desde dos tempos imemoriais pelos agricultores de Cabo Verde em particular os da ilha de S. Nicolau, o que se traduz num bom conhecimento destas técnicas por parte dos agricultores.

2.10.1.1 Sulcos

A rega por sulcos é um dos processos mais utilizados nas culturas em linha. São pequenos canais, igualmente espaçados e normalmente orientados no sentido do declive da parcela a regar.

Os sulcos podem ser de dimensão e de forma variável, dependendo do tipo de solo. Nos solos muito argilosos como as taxas de infiltração são baixas os sulcos devem ser largos e poucos profundos no sentido de aumentar o contacto com a água. Já nos solos arenosos os sulcos devem ser mais estreitos e mais profundos.

No caso particular de Cabo Verde, tradicionalmente constroem-se sulcos curtos, dado o nivelamento inexistente em larga escala. Os sulcos são construídos manualmente, mas com uma armação cuidada do solo. O seu comprimento depende no nivelamento conseguido para o terreno cultivado, não excedendo, geralmente, a dezena de metros. Consequentemente está-se em presença de um processo de sulcos de nível, com um comportamento próximo dos canteiros de nível. Assim, as técnicas de aplicação e gestão da água de rega são distintas do processo dos sulcos inclinados, normalmente abertos no final, o que não acontece aqui.

Assim, neste processo de rega, em que se têm sulcos bloqueados no final, sem perda de água para fora da parcela regada, a eficiência de utilização da água é elevada. Contudo, a uniformidade de distribuição da água pode ser baixa, dependendo da regularidade do nivelamento manual.

O escoamento de uma determinada dotação de rega apresenta, nestas condições, 3 fases:

Fase de avanço: que se inicia com a alimentação do sulco e cessa quando a água alcança a respectiva extremidade de jusante;

Fase de manutenção ou de enchimento: corresponde à fase que se segue ao avanço, durante a qual continua a alimentação e a água se escoia superficialmente e se infiltra ao longo da totalidade do sulco, até o seu pleno enchimento;

Fase de recessão: inicia-se logo que a água começa a desaparecer da superfície do solo e termina quando toda a superfície do sulco fica a descoberto, sendo que em sulco horizontais a recessão deve acontecer quase que em simultâneo em todo o comprimento do mesmo.

Vantagens

As principais vantagens dos sulcos curtos e bloqueados são:

- Elevada eficiência;
- Custos de investimento relativamente baixos em relação aos outros métodos;
- Há menor risco de erosão em comparação com os sulcos longos e abertos;
- Adaptam-se bastante bem a disponibilidade hídrica muito variada;
- Adaptam-se a diferentes tipos de solos.

Limitações

As principais limitações dos sulcos curtos e bloqueados são:

- Mais trabalhoso (maior número de sulcos por unidade de área) em relação aos sulcos longos;
- Exige uma preparação cuidada do terreno, com elevado consumo de mão-de-obra
- Dificulta a mecanização;
- Maiores custos de manutenção e perdas de área de cultivo em relação aos sulcos longos.

2.10.1.2 Canteiros

No processo dos canteiros a parcela a regar é dividida em pequenas áreas normalmente rectangulares e com o fundo plano, ou com reduzido declive, que são circundados por muretes ou valados de terra, o que evita a saída de água e facilita a infiltração.

Se o sistema for bem dimensionado podem-se atingir altas eficiências de rega, por volta dos 90 % em solos de textura fina. A submersão dos canteiros pode ser temporária ou permanente. A submersão temporária é muito utilizada para algumas culturas hortícolas e forragens (Oliveira, 2002), sendo que em Cabo Verde, particularmente na ilha de São Nicolau, apenas se pratica a submersão temporária.

Os canteiros podem ser utilizados em solos com uma baixa ou média taxa de infiltração e em certas culturas densas ou em culturas em linha que não sejam demasiado sensíveis a um certo grau de alagamento na zona radicular (Oliveira, 2002).

No caso da submersão temporária, o emprego deste sistema em terrenos arenosos é ainda possível quando os canteiros se apresentam com dimensões relativamente pequenas.

Segundo Raposo, (1996) os canteiros podem ter uma área útil que vai desde $1m^2$ (em culturas hortícolas) até mais de 10 *ha* (nos casos mais favoráveis da cultura de arroz). Na agricultura moderna, os canteiros devem ser bastante grandes para facilitar ao máximo a mecanização das operações culturais.

Nas regiões com terrenos bastante acidentados, o que sucede em Cabo Verde e em particular em São Nicolau, os canteiros terão que apresentar pequenas dimensões, via de rega manualmente nivelados.

Nos canteiros nivelados pode considerar-se um processo de rega por alagamento temporário, no qual a água é aplicada durante um curto período de tempo e confinada, até ser absorvida pelo solo (Sousa, 1990).

Segundo (Sousa & Pereira, 1991) os canteiros têm de ser nivelados com máxima precisão, para permitir que todos os pontos recebam igual quantidade de água. Os desvios relativos ao plano horizontal definido devem ser minimizados, uma vez que as zonas baixas recolhem água em excesso e as partes altas recebem quantidades insuficientes de água. Tal precisão só é conseguida graças ao recurso a equipamento com controlo laser.

Nas situações em que o canteiro é nivelado manualmente, não se consegue obter a máxima precisão, pelo que nestes casos permanecem algumas zonas baixas e outras altas, levando a que o terreno receba quantidades irregulares de água, afectando, assim a uniformidade da rega.

Nos solos arenosos a passagem de água de um canteiro para outro na modalidade de submersão temporária dá origem a dotações nitidamente decrescente dos primeiros para os últimos canteiros a não ser que todos sejam excepcionalmente pequenos

(Raposo,1996), contudo no caso de Cabo Verde a principal razão para a existência de canteiros de pequena dimensão é o declive do terreno.

2.10.1.3 Caldeiras

O processo das caldeiras é, em rigor, um caso particular do processo dos canteiros aplicado às árvores de fruta. Na modalidade mais frequente consiste na formação, à volta de cada árvore, de um pequeno canteiro, denominado de caldeira, que se enche de água temporariamente de modo a distribuir a dotação de rega pretendida. As caldeiras são limitadas por pequenos muretes de terra. Em muitos casos fazem-se caldeiras maiores abrangendo duas ou mais árvores (Raposo, 1996).

A água é geralmente conduzida por valas alimentadoras das quais derivam distribuidores que podem ter as formas mais variadas. A entrada de água pode ser regulada por pequenos diques de terra movimentados à enxada, ou por válvulas nos casos de regadios mais desenvolvidos.

No caso de Cabo Verde, em particular de S. Nicolau, as caldeiras são construídas manualmente, a entrada de água é regulada por pequenos diques de terra movimentada por enxada e é um processo aplicado às árvores de fruto. As valas de distribuição são geralmente em terra ou betão e as alimentadoras são sempre em terra.

Vantagens

- Adapta-se muito bem a terrenos impermeáveis;
- Proporciona uma certa economia de água em relação aos outros processos de rega de gravidade;
- Armação simples e económica.

Inconvenientes

- Manutenção dispendiosa;
- Necessidade de muita mão-de-obra;
- No caso dos citrinos pode provocar gomose se a água estiver em contacto com o tronco das árvores, (tal situação pode ser resolvida com recurso à construção de muretes de protecção no interior da caldeira).

2.10.2 Rega localizada

Caracteriza-se pelo facto de apenas humedecer uma percentagem do solo. Neste processo há que considerar a rega com minioaspersores, que têm o mesmo

funcionamento dos aspersores, mas com jactos menores (não humedecendo a totalidade do solo) e a rega gota-a-gota, que recebe este nome pelo facto de a água ser aplicada de uma forma lenta e pontual em locais previamente fixados.

A rega localizada é um sistema que permite atingir uma alta eficiência de rega, da ordem dos 90-95 % pelo que pode ser preferencialmente recomendado em zonas de elevada escassez de água (Oliveira, 2011).

Na ilha de S. Nicolau a única variante deste processo utilizada é a rega gota-a-gota, que tem vindo, de ano para ano, a substituir a rega tradicional. Há uma aposta clara na difusão deste processo de rega pelos agricultores. Contudo existem ainda na ilha zonas em que a rega gota-a-gota não é uma realidade.

Nos “maiores” perímetros de rega da ilha como é o caso do perímetro da zona Chã de Barata (35 *ha*) que é regada pela água da galeria de Fajã, em cerca de 20 *ha* recorre ao uso da rega gota-a-gota (MADRRM& FAO, 2009).

Vantagens

As principais vantagens deste processo são:

- Uso eficiente da água, pois é aplicada com taxas reduzidas e junto ao pé das plantas;
- Redução das necessidades em água por unidade de área cultivada;
- Possibilidade de aumento da produção e melhoria da respectiva qualidade;
- Redução dos perigos provocados pela salinidade da água;
- A elevada frequência da rega, permite manter estável o teor de água no solo, evitando assim a concentração de sais junto das plantas pelo processo de secagem do solo;
- Possibilidade de realização de fertirrega;
- Favorece as operações culturais;
- Há um maior controlo de infestantes;
- Adapta-se bem a culturas protegidas.

Limitações

As principais limitações são:

- Necessidades de conservação e manutenção elevadas;
- Perigo de acumulação de sais na interface do bolbo humedecido com o solo seco, sendo particularmente grave em situações em que não haja precipitação natural ou regas de lixiviação;
- Restrição do desenvolvimento radicular;
- Elevados custos de investimentos;
- Impossibilidade de controlar o ambiente atmosférico;
- Sensibilidade ao entupimento.

3 Caracterização da ilha e da área de estudo

3.1 Localização

Cabo Verde é um país constituído por dez ilhas e treze ilhéus, divididas em dois grupos segundo a influência dos ventos dominantes: Sotavento (Santiago, Maio, Fogo e Brava) e Barlavento (Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boavista). O arquipélago fica localizado a cerca de 450 km da costa ocidental africana, ao largo do Senegal.

A ilha de São Nicolau está situada entre os paralelos 16° 30' e 16° 40' N e os meridianos 24° e 24° 30' W. Fica-lhe a NW a ilha da Santa Luzia e a N-NE a ilha do Sal (figura 3.1). É a quinta ilha do arquipélago em superfície, ocupando uma área de 343 km² com um comprimento máximo de 45 km na direcção E-W e uma largura máxima de cerca de 25 km na direcção N-S (Nunes, 1962a).



Figura 3.1 Arquipélago de Cabo verde (Fonte: Google)

A área de estudo é a do aproveitamento Hidroagrícola da Barragem de Banca Furada, que se situa na parte noroeste da Ilha de São Nicolau, no concelho de Ribeira Brava.

Este aproveitamento tem uma área que ronda os 50 hectares e, será beneficiado por um sistema hidráulico com origem na barragem de Banca Furada localizada na bacia hidrográfica da Ribeira Grande (ou Ribeira da Fajã), representado na figura 3.2. A Bacia Hidrográfica de Fajã situa-se no Concelho de Ribeira Brava sendo uma das bacias mais importantes da ilha de São Nicolau, e que se estende do maciço de Monte Gordo até à orla marítima cobrindo uma área de 13,8 Km².



Figura 3.2: Localização da área de estudo. Fonte: Adaptado de <http://pubs.usgs.gov/fs/2010/3071/>

3.2 Clima

O clima é suave mas não se afastando do clima geral do arquipélago, que é essencialmente árido e semi-árido, definido por três massas de ar principais: os alísios de Nordeste, os ventos de Sudoeste e o harmatão.

Os alísios, soprando quase continuamente do quadrante NE durante o período de Novembro a Junho, caracterizam a época seca. São ventos relativamente frescos que em contacto com a terra têm tendência a subir e a partir de determinada cota, tendo em conta a saturação do ar, podem provocar chuva e orvalho intenso que vão ser determinantes na definição das áreas com aptidão agrícola (disponibilidade de água).

O harmatão, vindo de Este (deserto do Sahara), seco e normalmente quente aumenta a aridez da estação seca. Os ventos de Sudoeste, quentes e húmidos, são dominantes de Julho a Outubro (época das chuvas).

Segundo Nunes (1962 a) toda a ilha está sujeita a um período de pelo menos oito meses sem chuva. As quedas pluviométricas são muito variáveis de ano para ano e aumentam do nível do mar em altitude, admitindo-se uma variação de 200 para 1000 mm.

O regime de aguaceiros exerce grande influência na vida da ilha, quer por dificultar a infiltração da água, quer pelos estragos erosivos sobre a superfície despida de vegetação (Nunes, 1962b).

Ao longo da época seca há formação de bastantes orvalhos e entre as altitudes de 500 e 1000 m, frequentemente nevoeiros, sendo que nestes dois casos se verifica um fornecimento de água que beneficia, e muito, as culturas.

Na ilha de São Nicolau, de acordo com Dinis & Matos (1999) podem-se encontrar cinco zonas climáticas que são:

- **Zona muito árida** que abrange a plataforma baixa litorânea, em altitudes que chegam aos 200/250 metros, e com orientações Este, Sul e Oeste.

É caracterizada por extrema secura, solos incipientes com bastante material pedregoso distribuído à superfície. Não obstante a sua grande extensão e apresentar-se quase inteiramente despida de vegetação, são áreas a consagrar ao pastoreio em época apropriada, ou seja, de maior abundância de pastagem e que podem ser aumentadas através da disseminação de ervas;

- **Zona árida** da plataforma baixa litorânea e com orientações Norte e Nordeste a qual, se desenvolve em altitudes não superiores a 200/250 metros, e a do relevo intermediário do acidentado dorsal Este – Oeste que se desenvolve em altitudes superiores a 100 metros. É a zona que maior área da ilha ocupa, fazendo transição da muito árida para a semiárida, possuem solos incipientes e meio seco. São áreas dedicadas ao pastoreio extensivo de caprinos através de sistemas de silvo pastoril, compartimentando-se as áreas de florestação e pastorícia consoante os condicionamentos locais;

- **Zona semi-árida** da plataforma baixa litorânea e que se desenvolve em altitudes inferiores a 250 metros e a dos relevos culminantes e escarpas orientadas a Norte – Nordeste do acidentado dorsal Este – Oeste no “corpo principal” da ilha, ela faz a transição da zona árida para a sub-húmida, envolvendo esta última. São áreas de declives acentuados e riscos de erosão elevados. Tem utilização agrícola com base em culturas alimentares de sequeiro (feijão congo, milho/feijões, batata-doce) nos locais apropriados e com medidas de intervenção tendentes a contrariar a acção erosiva e florestação em encostas declivosas;

- **Zona sub-húmida** dos relevos intermédios da fachada montanhosa de nordeste, a qual se desenvolve em altitudes de 200/300 – 600/700 metros, descendo das proximidades do ponto mais alto da ilha, o Monte Gordo, até ao mar, nas áreas da Ribeira Prata e Ribeira Funda, incluindo a bacia da ribeira da Água das Patas. É neste estrato climático que se faz quase toda a agricultura da ilha. A área das Fajãs detém a mais elevada percentagem de ocupação agrícola. As culturas praticadas são as habituais (milho/feijões, bata doce, feijão congo, hortícolas e fruteiras)

- **Zona húmida** dos relevos culminantes da fachada montanhosa de Nordeste, entre as altitudes de 600/700 e 1100/1200 metros e culmina a grande concha que é o vale da

Fajã de Baixo, onde recai intensa actividade agrícola na base de sequeiro, além do perímetro de rega que se constituiu em anos recentes.

A ilha de São Nicolau ainda hoje regista uma insuficiência de dados meteorológicos, à excepção da precipitação. Até há relativamente pouco tempo (2009) a ilha contava apenas com a estação do aeródromo de Preguiça, sendo que a partir de Junho de 2009 passou a contar com a estação meteorológica do Cachaço. A estação do aeródromo até Junho de 2012 funcionava apenas entre as 7 e as 15 h. Já no que toca a postos meteorológicos, a ilha dispõe de um número relativamente razoável, como por exemplo nas imediações da zona aonde foi construída a barragem de Banca Furada existem 6 postos com um número de dados relativamente razoável.

Neste trabalho foi contactado o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) que facultou os dados para os períodos de 2012 a 2014 para a estação do aeródromo de Preguiça, de 2009 a 2014 para a estação meteorológica de Cachaço e dados de pluviometria de 1978 a 2014 registada nos postos mais próximos da barragem da Banca Furada. É com base nesses dados que se procede a uma breve descrição das variáveis climáticas.

Temperatura

Segundo os dados fornecidos pelo INMG (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica), para o período de 2012 a 2014 na estação do aeródromo de Preguiça a temperatura média mensal registada variou entre 19,8 ° C no mês de Fevereiro e 25,6° C no mês de Setembro. E na estação meteorológica do Cachaço a temperatura média mensal nos anos de 2009 a 2011 e 2013 a 2014 variou de 18°C no mês de Fevereiro a 22,7 ° C no mês de Setembro para o período de 2009 a 2014. A temperatura não varia muito nas duas estações, contudo como a zona de Cachaço se situa a maior altitude as temperaturas são mais baixas, como se pode s observar nos gráficos da Figura 3.1

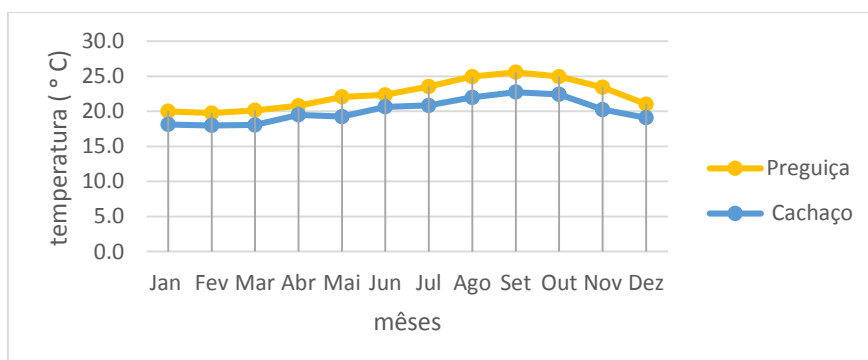


Figura 3.1: Temperatura média do ar registada nas estações meteorológicas do aeródromo da Preguiça e do Cachaço

Humidade Relativa

No período de 2012 a 2014 na estação do aeródromo de Preguiça a humidade relativa média mensal variou de 72,7 % no mês de Dezembro a 89,7 % no mês de Outubro, enquanto na estação meteorológica de Cachaço registrou uma variação de 71,2 % no mês de Abril a 87,3 % no mês de Agosto nos anos de 2009 a 2011 e 2013 a 2014. A Humidade relativa registada nessas duas estações não diferem significativamente como mostra a figura 3.2

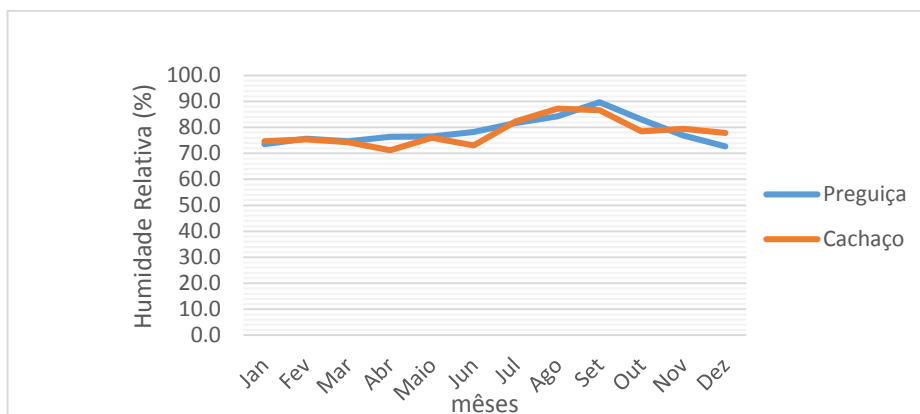


Figura:3.2 Humidade Relativa registada nas estações meteorológicas do aeródromo de Preguiça e do Cachaço.

Velocidade do Vento

No período de 2012 a 2014 na estação do aeródromo de Preguiça a velocidade média mensal do vento variou entre 19 *km/h* no mês de Agosto e 30 *km/h* no mês de Junho, e nos anos de 2009 a 2011 e 2013 a 2014 a velocidade média mensal registada na estação meteorológica do Cachaço variou entre 10 *km/h* nos meses de Dezembro e Outubro e 17 no mês de Maio. Comparando esses valores pode-se observar que há uma diferença relativamente grande entre as duas estações, tendo a de Preguiça mostrando ser mais ventosa (Fig. 3.3)

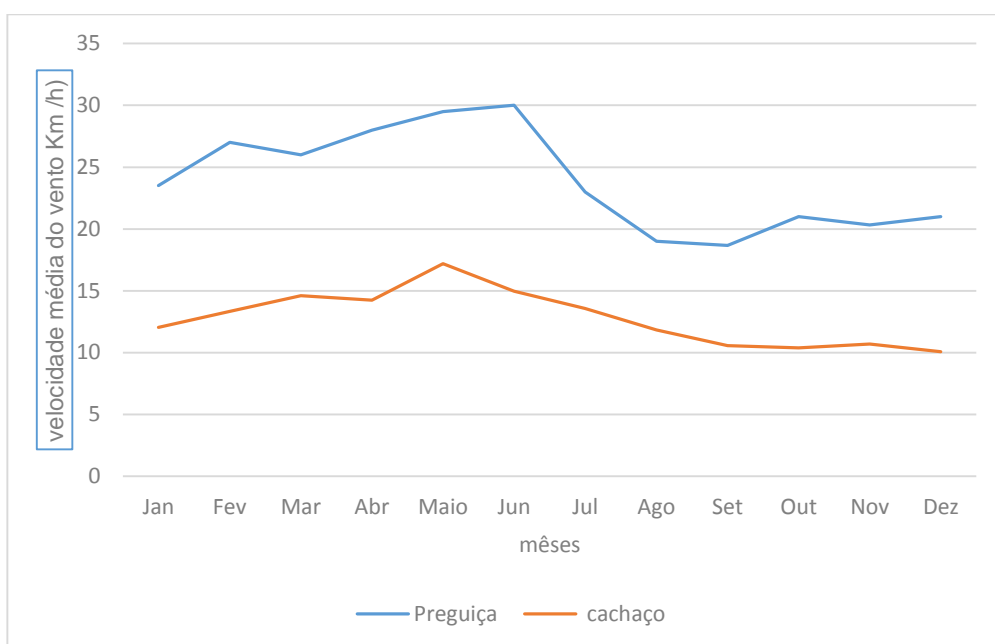


Figura: 3.3 Velocidade do vento nas estações de Preguiça e Cachaço.

Precipitação

No período de 1980 a 2014 a precipitação anual na zona do Fajã variou de 26,4 mm no ano 2013 a 802,5 mm no ano de 2009, sendo a precipitação média anual nesse período de 234,4 mm. A variação de precipitação anual nesse período pode ser consultada na figura 3.7.

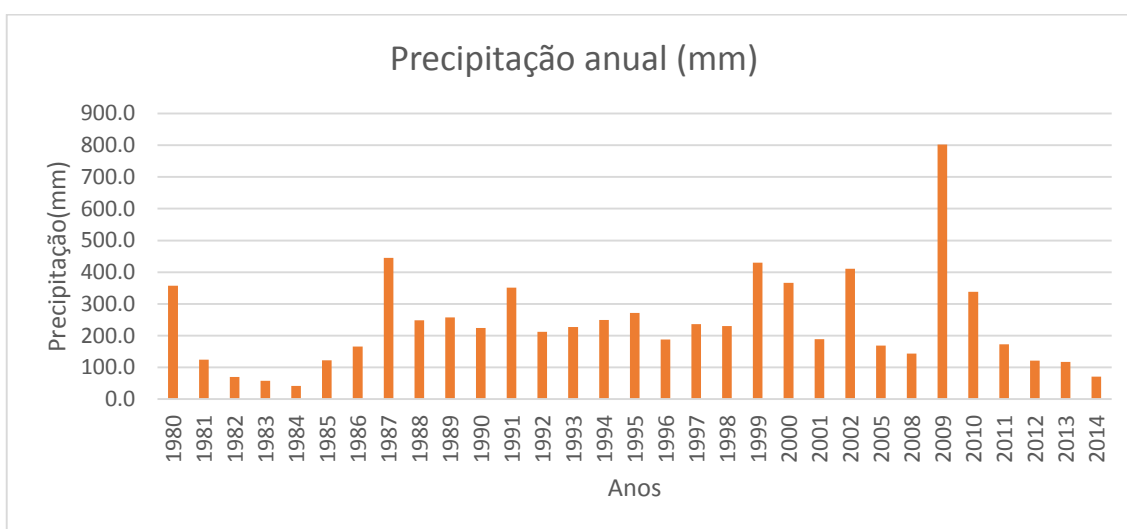


Figura: 3.7 Precipitação anual no período de 1980 a 2014 registada no posto de Fajã.

Na ilha de São Nicolau a precipitação encontra-se concentrada principalmente nos meses de Agosto a Outubro, sendo o mês de Setembro onde ocorre maior precipitação, como nos mostra a Figura 3.8.

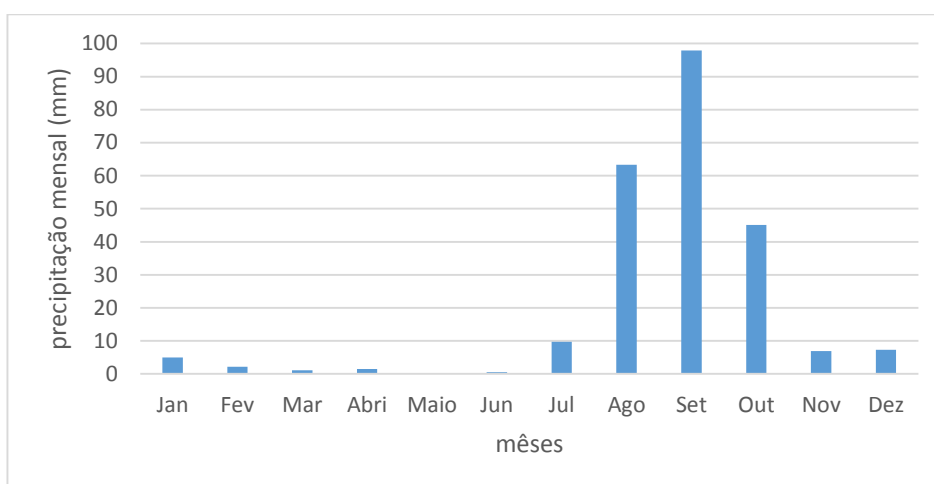


Figura: 3.8 Precipitação média anual no período de 1980 a 2014 registrada no posto de Fajã.

3.3 Solos

As formações litológicas que cobrem a quase totalidade da ilha de São Nicolau pertencem à série basáltica, constituída por mantos basálticos e produtos piroclásticos. A série basáltica é, por vezes, interrompida por formações diferentes, traquitos, fonólitos, andezitos, dioritos, etc. Os produtos piroclásticos distribuem-se pelas maiores elevações e pelo sul do corpo da ilha (Nunes, 1962b).

A meteorização dos materiais da série basáltica, que cobrem quase toda a ilha deu origem à libertação de óxidos de ferro por quase toda a parte, devido às condições de drenagem e, possivelmente à dessecação intensa a que estão sujeitas.

Os solos que desenvolveram sobre essas rochas reflectem os efeitos do clima, especialmente a variação da pluviosidade, e, como consequência, uma série de gradações que reflectem a altitude e exposição. Assim, desenvolveram-se solos desérticos com crostas calcárias a profundidade variável e de perfil, por vezes, diferenciado nas plataformas costeiras mais ou menos planas e áridas, solos escuros e com horizontes de acumulação de carbonatos e solos mais lavados nas altitudes (Nunes, 1962b).

Segundo Nunes, (1962a) na ilha de São Nicolau parecem ter actuado dois processos de formação dos solos: a calcificação, manifestada principalmente pela existência de horizontes de acumulação de carbonato de cálcio, pela elevada capacidade de troca e saturação do complexo; e a rubefacção, manifestada pela libertação dos óxidos de ferro, pelas formas mais ou menos desidratadas e pela descarbonatação dos horizontes superficiais.

Estudos sobre os solos da ilha de São Nicolau foram realizados por Nunes (1962a), que permitem agrupar os solos, sendo que alguns obedecem a características locais consideradas relevantes para a definição de sub-regiões e outros se identificam com solos de ocorrência geral em condições definidas:

A informação sobre os solos da ilha de S. Nicolau resume-se apenas a este estudo, até, agora ainda não foi feito mais nenhum. Em 2014 Madeira & Pinto fizeram um agrupamento dos solos de Cabo Verde em grupo ou subgrupo e em classes e no quadro 3.1 pode observar-se esse agrupamento para os solos que existem na ilha de São Nicolau.

Quadro 3.1 Agrupamento dos grupos ou subgrupos em classes

Classe	Grupo/subgrupo
Solos Incipientes	Litossolos
	Aluviossolos
Solos Pouco Evoluídos	Litólicos
Vertissolos / Barros	Barros pretos
Solos Desérticos	Pardo-acinzentado
	Pardo- avermelhados
Solos Áridos Pouco Evoluídos	Pardos e castanhos
	Indiferenciados

Fonte: Adaptado de (Madeira & Pinto,2014)

Dada a pouca informação disponível para se aperceber dos solos existentes no perímetro de rega da barragem da Banca Furada recorreu – se aos estudos realizados, na altura da construção da barragem pelo consórcio TPF PLANEGE e AGRO GES, que apresentam a distribuição dos solos nessa área constantes do quadro 3.2.

Quadro 3.2 distribuição dos solos na área de influência da barragem da Banca Furada

Solos	Área (ha)	Percentagem
Solos litólicos	22,4	39.4%
Solos litólicos pedregosos	8.0	14.1%
Solos litólicos de rochas compactadas + solos avermelhados de altitude de rochas compactadas	7.5	13.2%
Solos avermelhados de altitude de rochas compactadas	5.7	10.0%
Solos pardos e castanhos de clima quente de rochas compactadas	4.1	7.2%
Solos indiferenciados	3.9	6.9 %
Solos litólicos de rochas compactadas	3.5	6.2%
Solos argilosos pretos ou escuros	1.7	3.0%
Total	56.8	100%

Fonte: Adaptado de TPF PLANEGE e AGRO GES, 2014).

3.4 Topografia

São Nicolau é uma ilha de relevo vigoroso. As costas são escarpadas por vezes. Os montes sobem das costas para o interior, atingindo 1304 *m* no Monte Gordo, situado no corpo da ilha. A ponta leste, com altitudes que atingem os 700 *m* são menos acidentadas e o seu relevo é menos contínuo (Nunes, 1962b).

Na ilha de São Nicolau existem dois maciços montanhosos principais: um na zona Oeste, com início a Sul, na ponta da Vermelha, estendendo-se para Norte e, aumentando de altitude, inflecte para Oeste nas vizinhanças de Monte Águas do José. Atinge o seu ponto mais elevado no Monte Gordo (o mais alto da ilha) e vai diminuindo gradualmente em altura até atingir cotas de cerca de 100 *m* na região de Praia Branca (a Oeste), na foz das ribeiras da Prata e Funda (a Norte) e na povoação de Carvoeiros (a Nordeste.); o outro maciço, que forma a espinha dorsal da Ponta Leste, inicia-se a Leste, junto da povoação de Castilhianos, atinge a sua maior altitude (706 *m*) a Nordeste do lugarejo Palhal e termina no monte Matias (529 *m*) a Nordeste de Campo da Preguiça.

Na ilha existem profundos vales (fundos, como são conhecidos localmente) que partem das alturas para o mar, mas não constituem cursos de água permanente. Só em épocas de precipitações intensas e em curtos períodos funcionam como ribeiras.

A zona de Fajã (o local do estudo) de acordo com Nunes, (1962a) é limitada a Este por uma cadeia de elevações da qual fazem parte os montes Vermelho (750 *m*), Centinha (950 *m*), Preto (643 *m*) e Lomba do Topo e a Oeste os montes de Cenoral (752 *m*) e Deserto (1105 *m*).

O vale de Fajã estende-se desde o Monte Gordo, a partir de cerca dos 800 *m*, no sentido de SW-NE, e termina entre a Lomba do Topo e Monte Cenoral, a cerca de 150 *m* acima do nível da água do mar (Nunes, 1962a).

3.5 Agricultura

Na ilha de São Nicolau a agricultura é tradicional, de subsistência, organizada em pequenas explorações essencialmente do tipo familiar, com uma área média muito baixa, que não ultrapassa os 1 a 1,5 hectares e com um sistema de produção pluricultural (Duarte, 2013).

Segundo os dados do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA, 2004), a ilha dispõe de cerca de 1509 *ha* de terras cultiváveis em 343 *km*² de superfície. As terras aráveis correspondem a cerca de 5% da superfície. Dessas terras, 91% são de sequeiro, 5% de regadio e 4% de regadio e sequeiro. Além disso, há 18.900 *ha* com potencial para pastagem. Na ilha existem 4 734 parcelas agrícolas, em que 63% das explorações são em regime de conta própria, 33% em regime de parceria, 1% de arrendamento e 3% de outras formas, não identificadas no Recenseamento Geral da Agricultura (RGA, 2004). Essas situações não são convidativas a investimentos, mas o problema mais grave da agricultura em São Nicolau é a escassez do “líquido precioso” que é a água.

A produção destina-se basicamente ao auto-aprovisionamento, e o excedente é utilizado no abastecimento dos mercados locais e exportado para ilhas com menor propensão para a agricultura nomeadamente Sal e São Vicente.

A agricultura de sequeiro é pouco diversificada, sendo as principais culturas produzidas o milho e o feijão, em consociação. No entanto, na zona húmida e sub-húmida, a integração das culturas hortícolas, raízes e tubérculos e árvores fruteiras nos sistemas de exploração aumentou consideravelmente no decorrer da última década, numa lógica de complementaridade económica e diversificação das culturas com impacto na melhoria da dieta alimentar das famílias camponesas.

No regadio, a principal cultura é a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) devido à menor utilização de mão-de-obra e à produção de aguardente, ocupando grande parte das áreas regadas, seguido das fruteiras (bananeira e papaieira) e das hortícolas.

3.5.1 Agricultura de Sequeiro

A agricultura de sequeiro é vista como uma actividade económica de sobrevivência das populações. Nem sempre há produções e quando há alguma é bastante baixa, devido às reduzidas precipitações, à deficiente fertilidade dos solos, às práticas culturais inadequadas e à ocorrência de ventos secos e quentes (Duarte 2013).

A agricultura de sequeiro é feita sobretudo em terrenos inadequados para a prática da mesma, nas encostas com grandes declives, a este, junta as práticas culturais e técnicas poucas evoluídas, o que põe em risco a sustentabilidade ambiental e dos sistemas produtivos, levando por vezes a problemas de erosão. A agricultura de sequeiro em São Nicolau é caracterizada pela: dependência extrema da pluviosidade, em muitos anos deficitária e/ou mal espaçada no tempo; utilização extensiva dos terrenos, normalmente sem grandes investimentos; e por um potencial de produção relativamente baixo. As principais culturas utilizadas são o milho (*Zea mays L.*) e o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), a maioria das vezes consociadas com batata-doce e mandioca.

A sementeira no pó (sementeira feita antes das chuvas) nomeadamente de milho e feijão é uma prática recorrente nessas ilhas e muitas das vezes as primeiras chuvas são em quantidades insuficientes para a germinação das sementes levando a perdas da mesma, o que para o agricultor é bastante preocupante, pois tem de voltar a semear e nem sempre há disponibilidade de sementes para recomeçar a sementeira.

3.5.2 Agricultura de regadio

As áreas de exploração de regadio são confinadas às baixas aluviais de alguns cursos de água que correm para a costa N-NE, destacando-se as ribeiras Grande, Amargosa, Prata, e algumas outras a envolver a utilização das encostas através da armação da terra em socalcos, contribuindo, deste modo para melhorar as condições de produtividade do solo, ao aumentar a capacidade de armazenamento para a água (MADRRM & FAO, 2009).

A prática da agricultura de regadio depende fortemente das precipitações e da quantidade de água disponível nas nascentes, essencialmente durante a época seca (Novembro a Junho), mediante o aproveitamento das águas subterrâneas. A agricultura de regadio é limitada pelo facto dos recursos hídricos serem insuficientes. As bacias hidrográficas em São Nicolau são numerosas, no entanto 90% delas não apresentam condições para se instalarem regadios, nem para serem objecto de culturas de sequeiro, sendo integralmente ocupados por florestamento de protecção (Duarte 2013).

3.6 Sistemas e técnicas de rega

Na ilha de São Nicolau podem-se encontrar dois sistemas de rega, a rega localizada (gota - a-gota) e a rega tradicional (por alagamento). A rega gota-a-gota tem vindo a ser cada vez mais uma aposta em detrimento da rega tradicional.

O sistema de rega gota-a-gota começou a ser adoptado em Cabo Verde no início dos anos 80, nas ilhas de Santiago e Fogo, com sistemas de rega localizada do tipo tubos porosos, mas por razões de ordem técnica esses sistemas não funcionaram por muito tempo (Furtado, 2002).

No âmbito do projecto “Desenvolvimento do Sector Hortícola” em 1991 foi introduzido o sistema de rega gota-a-gota devido à sua eficiência e às suas vantagens. E essa promoção foi seguida por outros programas e projectos financiados pelo Governo e por Organizações Internacionais e Organizações Não Governamentais (Furtado, 2002).

A instalação de um sistema de rega em qualquer ilha de Cabo Verde deve ter em conta as características topográficas, a dimensão das parcelas, a disponibilidade e proveniência de água e o isolamento das ilhas.

Em muitos dos casos as parcelas são de pequena dimensão e em terrenos declivosos, a água provém de furos poços ou galerias e geralmente armazenada em depósitos descobertos. Torna-se portanto necessário construir terraços levando a que a instalação do sistema fique mais caro, pois exige a criação de subunidades e com isso a necessidade de comprar vários materiais complementares nomeadamente, junções, gotejadores autocompensantes, reguladores de pressão e filtros de areia. Mas por outro lado as características topográficas das ilhas podem ser vantajosas, sobretudo na obtenção de pressão para o sistema de rega, quando o reservatório se encontre numa cota superior à das parcelas.

A pequena dimensão das parcelas impede que a instalação de rega gota-a-gota seja rentável, o que poderia ser viabilizado se os regantes (agricultores) se associassem em organizações. Há ainda o facto de haver quase sempre problemas com os transportes entre as ilhas e as empresas que vendem esses materiais se encontrarem nas ilhas de Santiago e São Vicente, o que dificulta os agricultores das outras ilhas, nomeadamente os da ilha de São Nicolau, na aquisição dos materiais.

No sistema de rega tradicional a água é conduzida sobretudo em levadas de betão ou parte em levadas de terra dentro das parcelas do agricultor. Por essa razão este

sistema apresenta as desvantagens relativas às perdas significativas de água por evaporação e por infiltração no solo, lixiviando os nutrientes do solo, daí que nestes sistemas seja necessário utilizar quantidades de águas superiores às necessidades das culturas.

Neste sistema a água, muitas das vezes, provém de nascentes e é armazenada em reservatórios denominadas localmente por “tanques”. A partir destes reservatórios a água é distribuída pelos agricultores num esquema de calendarização de rega, com intervalos de rega muitas das vezes extensos (15 a 22 dias). Neste sistema de rega o agricultor tem que ir armazenar a água no “tanque” ao final do dia anterior à rega e ir abrir a água no dia e na hora da sua rega.

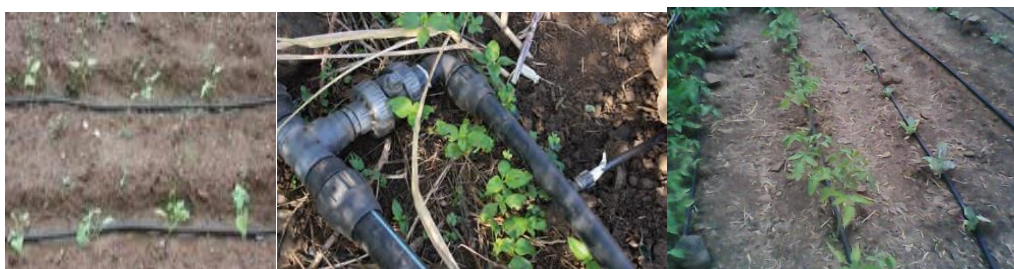


Figura: 3.9 sistema de rega gota-a-gota na ilha de São Nicolau.

3.7 População

A ilha de São Nicolau, no que toca, a administração está dividida em dois Municípios: Ribeira Brava, com uma superfície total estimada em 221,5 Km², distribuídos por 21 localidades, com a sede na cidade Ribeira Brava e o Município do Tarrafal, com uma superfície total estimada em 121,5 Km², distribuídos por 9 localidades, com a sede na cidade do Tarrafal (MADRRM &FAO,2009).

Segundo o Censo de 2010 a população total da ilha é de 12747 habitantes sendo que a maioria vive no concelho de Ribeira Brava (7542) e a maioria da população da ilha é do sexo masculino. A maioria da população de ilha tem a idade compreendida entre os 15 e 64 anos como nos mostra o quadro 3.3.

Quadro 3.3 Caracterização da população da ilha de S. Nicolau.

Concelho	Sexo	População	Agregados por sexo do representante	Idade (anos)			Activos com 15 ou mais anos
				<15	15 – 64	> 65	
Ribeira Brava	M	3 865	1 057	1 121	2 318	246	1 798
	F	3 677	959	1 549	2 012	116	1 016
Tarrafal	M	2 709	654	858	1 648	203	1 263
	F	2 496	621	803	1 424	268	735

Fonte: Adaptado do Censo de 2010 do INE.

No que toca a população activa com mais de 15 anos, o município de Tarrafal apresenta um total de 1998 pessoas nestas condições, sendo que 1 263 são do sexo masculino e 735 do sexo feminino. Já o município de Ribeira Brava tem cerca de 1999 pessoas com mais de 15 anos no activo, sendo 1 016 do sexo feminino e 983 do sexo masculino.

A barragem de Banca Furada, como referido anteriormente, foi construída no concelho de Ribeira Brava mais concretamente na freguesia de Nossa Senhora da Lapa. No quadro 3.2 apresenta-se a população residente nas áreas de influência da barragem da Banca Furada.

Quadro 3.4: População residente nas áreas de influência da barragem da Banca Furada.

Localidade	Sexo	População	Agregados por sexo do representante	Idade (anos)			Activos com 15 ou mais anos
				<15	15 - 64	> 65	
Fajã de Baixo	M	113	37	37	66	10	48
	F	106	30	28	64	14	30
Morro homem	M	10	3	1	7	2	6
	F	12	2	3	6	3	2

Fonte: Adaptado do Censo de 2010 do INE.

3.8 Disponibilidades de água

Em Cabo Verde, país insular situado na extremidade do SAHEL, caracterizado por condições climáticas áridas e semiáridas, a água assume uma importância particular. Com efeito, a dinâmica dos factores climáticos e meteorológicos dominantes não favorece as condições de pluviosidade, o que explica as sucessivas secas e crises que, ao longo de séculos, deixaram marcas, até aos dias de hoje, no desenvolvimento do arquipélago.

O problema da falta de água tem merecido uma atenção desde de sempre por parte dos governantes. E, para resolver este problema, desde então têm vindo a ser criadas estruturas para dar respostas a este problema, nomeadamente infra-estruturas de captação e armazenamento de água.

Com a independência em 1975 foram implementados projectos de pesquisa e exploração de águas subterrâneas, com ajuda de organismos internacionais e de países amigos no âmbito de cooperação bilateral. Programas de pesquisa nas diferentes ilhas foram levados a cabo, sempre com o intuito de aumentar as disponibilidades hídricas que, de uma maneira preocupante vêm diminuindo em consequência da seca persistente. Por exemplo na ilha de S. Nicolau a água proveniente de nascentes e poços que atingia em 1956 um caudal de $7700 \text{ m}^3/\text{dia}$, passou em 1972 para $3200 \text{ m}^3/\text{dia}$ e 1100 m^3 em 1979 (Borges *et. al*, 1991).

Segundo os mesmos autores em Outubro de 1980 inicia-se a construção da galeria de Fajã na ilha de S. Nicolau que demorou 6 anos a ser construída. Esta galeria tem um comprimento total de 2180 m (incluindo todas a ramificações) e debitava na altura um caudal de $800 \text{ m}^3/\text{dia}$, o que permitiu a rega 30 *ha* de terreno numa zona que até essa altura nunca tinha praticado a agricultura de regadio. Contudo o caudal debitado foi diminuindo e, segundo Aly de Pina (2009), o caudal agora debitado pela galeria é de $500 \text{ m}^3/\text{dia}$.

O Plano de Gestão Integrado dos Recursos Hídricos (PAGIRE, 2010) estima que a ilha de S. Nicolau tem em média 5,9 milhões de m^3/ano de água superficial e 4,2 milhões de m^3/ano de águas subterrâneas, de onde são exploradas em média 2,5 milhões de m^3/ano no período seco apenas 1,5 milhões de m^3/ano .

Na figura 3.10 podem-se observar os pontos de água explorados em S. Nicolau, de acordo com a origem de água e o respectivo caudal explorado em cada conjunto dos pontos.

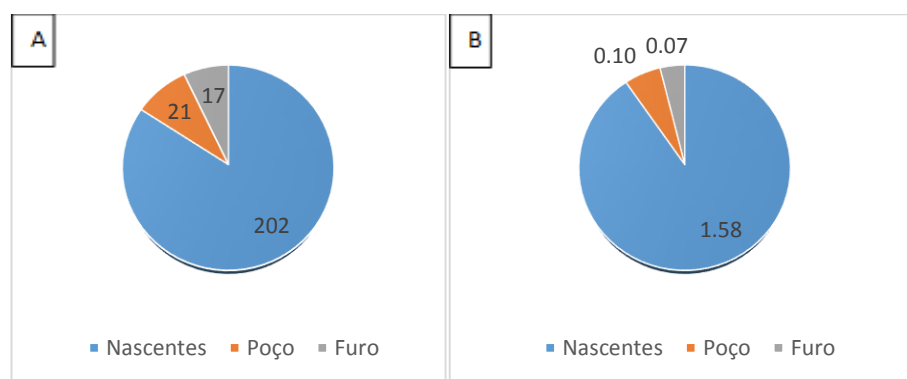


Figura 3.10 número de pontos de água explorados em S. Nicolau, de acordo com a origem de água (A) e o caudal explorado em cada conjunto de pontos (B) (Fonte: PAGIRE, 2010).

3.9 A Barragem da Banca Furada

O aproveitamento hidroagrícola de Banca Furada situa-se no Concelho de Ribeira Brava de São Nicolau, na freguesia de Nossa Sr^a da Lapa. As características da barragem são:

Tipo.....alvenaria de pedra argamassada
 Altura Útil..... 35,0 m;
 Comprimento do Coroamento..... 160,5 m;
 Largura inicial da base 35 m (com inclinação de paramento a 1/0,8);
 Linha de ÁguaRib^a Grande;
 Área da Albufeira..... 21.661 m²;
 Capacidade da Albufeira.....300.000 m³ ;
 Nível de pleno armazenamento.....cota 280 m
 Nível mínimo de exploração cota 257 m
 Cinco pilares de suporte do tabuleiro superior;
 Quatro orifícios de descarregador de cheias de 6,125 m de largura;
 Coroamento com estrada de ligação entre as margens;
 Duas galerias de injeção e drenagem com 63,5 m no total;
 Duas bombas para elevação de água a dois reservatórios a montante da barragem e uma terceira bomba suplementar, com as seguintes características: caudal maximo de 22 m³/h, potencia de 7,5 kW.

O perímetro de rega da Barragem da Banca Furada encontra-se nas Zonas de Fajã de Baixo e Morro Homem com uma área de 57,0 ha. A planta do perímetro de rega pode ser observada na figura 3.23. O perímetro ainda não está a ser regado.

3.10 Caracterização da rede de distribuição

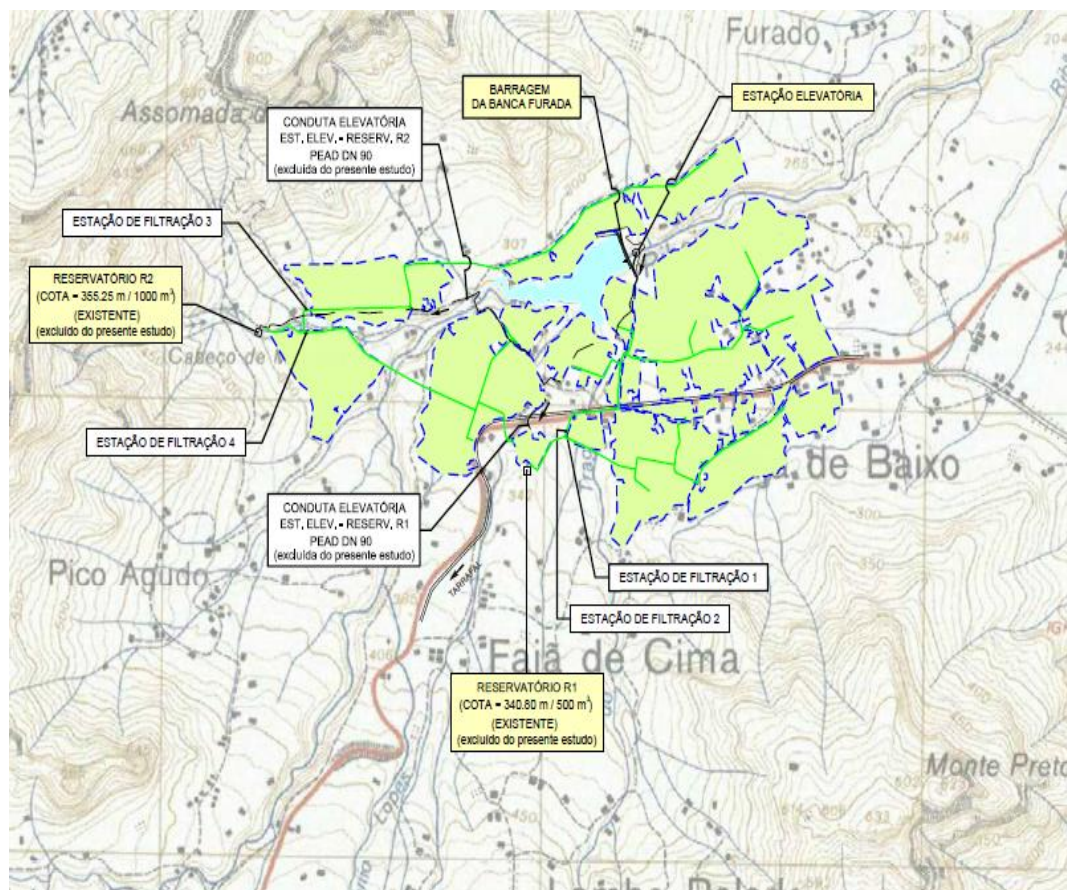


Figura: 3.11 Planta do perímetro de rega da barragem da Banca Furada. (Fonte TPF PLANEGE e AGRO GES, 2014).

A tomada de água na albufeira de Banca Furada ligar-se-á à estação elevatória (pé da barragem, no seu encontro direito) através de uma conduta em *PEAD DN 315*. A estação elevatória será constituída por três grupos elevatórios, dois de serviço e um de reserva e ainda uma saída *DN 40*, destinada ao circuito de esvaziamento da água contida na conduta *DN 315* proveniente da albufeira. A partir da estação elevatória sairão, em traçado paralelo condutas de *PEAD DN 90 mm* com 455 *m* de comprimento total que, num determinado ponto, divergem, para alimentar dois reservatórios independentes. A partir do ponto de divergência, sairão dois troços de *PEAD DN 90 mm*, um com apenas 210 *m* de extensão dirigido ao reservatório mais baixo e outro com 910 *m* de extensão, dirigido ao reservatório mais elevado.

A ligação às redes secundárias de rega será feita a partir dos reservatórios e a água será fornecida aos agricultores em pressão, sendo previamente filtrada através de filtros de areia de modo, a garantir um grau de limpeza adequado para a rega localizada.

4 Metodologia

4.1 Inquéritos

Neste trabalho decidiu-se elaborar um inquérito (anexo) junto dos agricultores com o intuito de apurar:

- As condições económicas dos agricultores;
- As culturas utilizadas;
- O conhecimento e a experiência da rega;
- A forma como é aplicada a rega e quais os sistemas de rega utilizados;
- Modo e utilização dos factores de produção;
- Mercado alvo desses mesmos agricultores;
- Apoio de que dispõem na tomada de decisão para a realização das operações agrícolas.

Os inquéritos foram realizados durante o mês de Julho de 2015, tendo inquirido um total de 46 agricultores. Nesta tarefa foi fundamental o apoio dos técnicos do MDR, nomeadamente o técnico Américo da Silva que ajudou na identificação dos agricultores que irão beneficiar do perímetro de rega da barragem da Banca Furada.

A estrutura do inquérito pode ser consultada no anexo I. Aos resultados dos inquéritos foi aplicado um tratamento estatístico e os resultados desse mesmo tratamento encontram-se reportados no capítulo 3 deste trabalho, de caracterização da área de estudo, mais concretamente no subcapítulo de caracterização socio-económica.

4.2 Selecção das culturas a adoptar

A selecção das culturas para este estudo foi feita com base nas que têm vindo a ser praticadas pelos agricultores na zona de Fajã. Dentro do leque dessas culturas foram seleccionadas 12, sendo as culturas com maior representatividade entendidas como as que os agricultores devem apostar para o perímetro de rega em causa. Como base, nisso as culturas seleccionadas são, na sua maioria, as hortícolas e uma fruteira.

4.3 Avaliação das necessidades hídricas

A avaliação das necessidades hídricas das culturas foi efectuada com base no cálculo da evapotranspiração de referência, calculada para o ano médio pelo método de Hargreaves com os dados de temperatura máxima e temperatura mínima da estação do aeródromo de Preguiça para o período de 1941 a 1960 (19 anos). Estes dados foram retirados do estudo e projecto de aproveitamento das áreas de influência das barragens, por não haver outros dados disponíveis.

O método de Hargreaves foi previamente calibrado para as situações de Cabo Verde, com base nos dados do clima da ilha de Santiago retirados da dissertação de doutoramento de Moreno (2013). Para esta calibração procedeu-se ao cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman Montheith e pelo método de Hargreaves, para de seguida se traçar uma recta de calibração que permite ajustar os resultados obtidos por este último método. Esta recta é descrita pela seguinte equação:

$$Y = 1,4615x - 0,7662$$

Com um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9928$).

Sendo Y, o resultado obtido pelo método de Penman Montheith e x, o resultado obtido pelo método de Hargreaves

4.4 Balanço hídrico

Neste estudo realizou-se o balanço hídrico pelo método FAO (Doorenbos & Pruitt, 1977). O balanço foi feito para os 3 seguintes cenários de precipitação:

Cenário 1 - corresponde a um ano seco, tendo-se escolhido o ano com a precipitação mais baixa da série dos anos disponíveis;

Cenário 2 - corresponde a um ano médio da série da precipitação anual registadas e disponíveis;

Cenário 3 - corresponde a um ano húmido, tendo-se escolhido o ano com maior precipitação anual da série dos anos disponíveis.

Os dados usados neste trabalho foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde (INMG).

Na realização dos balanços hídricos foram admitidos os seguintes pressupostos:

- Solos de textura franca a argilosa (representa a maior parte dos solos da área de estudo) e com base nesta característica e consultando o gráfico que relaciona textura com capacidade de água utilizável do solo (Costa, 1973) determinaram-se os valores de 380 *mm/m* e 190 *mm/m* para a capacidade de campo e para o coeficiente de emurchecimento respectivamente;

- Profundidade radicular, aumentando ao longo do ciclo cultural até atingir a profundidade radicular máxima;

- Coeficientes culturais a variar consoante a fase de desenvolvimento das culturas;

- Armazenamento inicial de 72 mm, 92 mm e 115 mm no mês de Outubro para os cenários 1, 2 e 3, respectivamente e 104 mm, 106 mm e 104 mm no mês de Fevereiro para os cenários 1,2 e 3, respectivamente.

A precipitação efectiva foi avaliada pelo método de USDA (Tician, 2006), abaixo apresentado

$$Pe = \left(\frac{P - 5080}{N + 50,8}\right)^2 / \left(\frac{P + 20320}{N - 203,2}\right)$$

Sendo Pe o escoamento,

P a precipitação em mm

N – O número de deflúvio que define o complexo hidrológico solo-vegetação. Neste estudo o valor utilizado para N foi de 87 por se tratar de terrenos cultivados.

4.5 Simulação de exploração da albufeira

A simulação da exploração da albufeira é um balanço de volumes mês a mês, que respeita a equação de continuidade, através da seguinte expressão:

$$V_{(i+1)} = V_{(i)} + [Af_{(i+1)} + P_{(i+1)}] - [E_{(i+1)} + C_{(i+1)}]$$

Sendo:

$V_{(i+1)}$ o volume armazenado no mês;

$V_{(i)}$ o volume existente na albufeira no mês anterior;

$Af_{(i+1)}$ o volume afluente no mês;

$P_{(i+1)}$ o volume resultante da precipitação directa sobre a albufeira no mês;

$E_{(i+1)}$ o volume de água evaporado no mês;

$C_{(i+1)}$ o volume consumido pela rega no mês.

No presente trabalho foram realizadas várias simulações de exploração da albufeira para distintos cenários. Para cada um foi realizada uma simulação anual e uma simulação com uma série de dados referentes aos anos de 1994 a 2013, respectivamente.

Os dados de entrada para a realização das simulações foram: as curvas de volumes armazenados e de áreas inundadas, a precipitação, a evaporação, o escoamento e os consumos de rega, os quais são apresentados no Anexo 4.

Pela proximidade, utilizaram-se os registos meteorológicos de Morreomem e na ausência de registos de evaporação para a ilha de São Nicolau, adoptaram-se valores médios da ilha Santiago.

As simulações foram efectuadas recorrendo ao programa “Simula”, em Visual Basic, desenvolvido pela ex-ProSistemas S.A.

4.6 Análise económica

Como a agricultura é uma actividade económica e como tal tem que ser rentável. Assim decidiu-se que era importante proceder a uma análise económica, recorrendo à informação sobre os encargos económicos, a produtividade e os preços praticados por unidade de produto colocado no mercado.

Na realização da análise económica não foram incluídos os custos fixos pelo facto de os terrenos pertencerem aos agricultores e não possuírem máquinas agrícolas como por exemplo tractores. Possuem apenas equipamentos do tipo enxada, pá e picareta, pelo que se calculou a margem bruta que é igual à diferença entre as receitas e os custos variáveis totais.

O rendimento de cada cultura foi calculado multiplicando a quantidade da produção esperada pelo preço médio do produto praticado em São Nicolau (informação conseguida através dos inquéritos).

Os custos variáveis no fundo representam os custos de produção, sendo por isso calculados pelo produto da quantidade do factor de produção pelo preço deste factor por unidade, sendo os custos variáveis totais a soma de todos esses produtos.

A quantidade do factor de produção a utilizar foi determinada com base na pesquisa de alguns trabalhos já publicados, nomeadamente o Estudo para a Valorização dos Perímetros de Rega das Novas Barragens de Cabo Verde elaborado pelo consórcio TPF PLANEGE/AGRO GES. Os preços dos factores de produção foram disponibilizados pelo técnico do MDR Américo da Silva.

4.7 Gestão de rega

Os valores apresentados para a gestão de rega no perímetro foram determinados para o sistema de rega gota-a-gota. Para o cálculo das dotações úteis fixou-se um intervalo entre regas de três dias para todas as culturas. Com base nas dotações calculadas através do balanço hídrico pelo método FAO, com os respectivos intervalos procedeu-se à aplicação de uma interpolação para determinar as dotações úteis para cada uma das culturas, em cada fase do seu desenvolvimento.

As dotações reais foram determinadas admitindo que a eficiência de rega seria de 90 %, e como já é do conhecimento, a dotação real é igual ao quociente entre a dotação útil e a eficiência de rega.

5 Estrutura socio-económica e respectiva dinâmica agrícola da área de estudo

A caracterização socio-económica da área de estudo será feita com base nos resultados do inquérito que foi aplicado aos agricultores (um total de 46) durante a realização deste estudo.

5.1 Idade dos agricultores

Com base no quadro 3.5 pode-se observar que a maioria dos agricultores é do sexo masculino e a sua maioria são agricultores que têm menos de 40 anos de idade. É de realçar que do género feminino com menos 40 anos regista um valor nulo.

Quadro: 5.1 Caracterização dos agricultores inquiridos

Género	Idade		
	<40 Anos	40 a 65	>65 Anos
Masculino	22	9	6
Feminino	0	5	2

5.2 Nível de escolaridade

No que toca ao nível da escolaridade todos os agricultores inquiridos frequentaram um sistema de ensino, sendo que a maioria ficou pelo ensino básico (do 1º ano ao 6º ano). Mesmo assim não deixa de ser notório o facto de haver agricultores que continuaram o ensino secundário e 11% desses agricultores possuir o 12º ano de escolaridade, como nos mostra a figura 3.10.

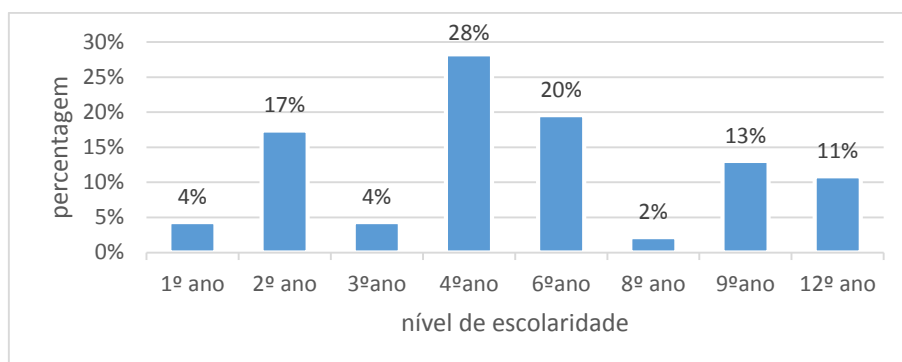


Figura: 5.1 Nível de escolaridade máxima dos agricultores inquiridos

5.3 Associativismo dos Agricultores

Uma das coisas boas que tem vindo a acontecer no mundo rural da ilha de São Nicolau é o incentivo e aposta no associativismo expresso pela constituição de grupos de

reflexão e formação nas zonas rurais, Daí já se verificar que há agricultores a pertencer a associações de agricultores, como nos mostra a figura 3.11, em que 17% dos agricultores inquiridos pertencem a uma associação de agricultores nomeadamente a Mantcha Verde.

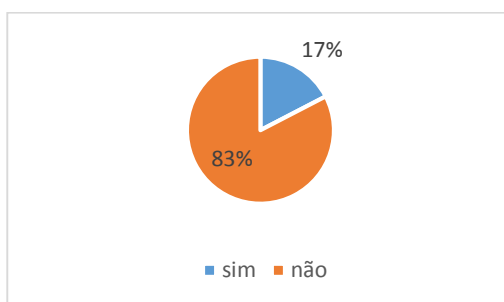


Figura: 5.2 Percentagem dos agricultores inquiridos que pertencem a alguma associação agrícola

5.4 Tipo e Mão-de-obra

A agricultura na ilha de São Nicolau é uma agricultura em que a mão-de-obra é em boa parte dela familiar, mas como nos mostra a figura 3.12, apesar de a mão-de-obra ser maioritariamente familiar, muitos dos agricultores já têm pessoas a trabalhar nas suas hortas não pertencentes ao seu agregado familiar e, inclusive, alguns afirmam que já tem pessoas a trabalhar a tempo inteiro.

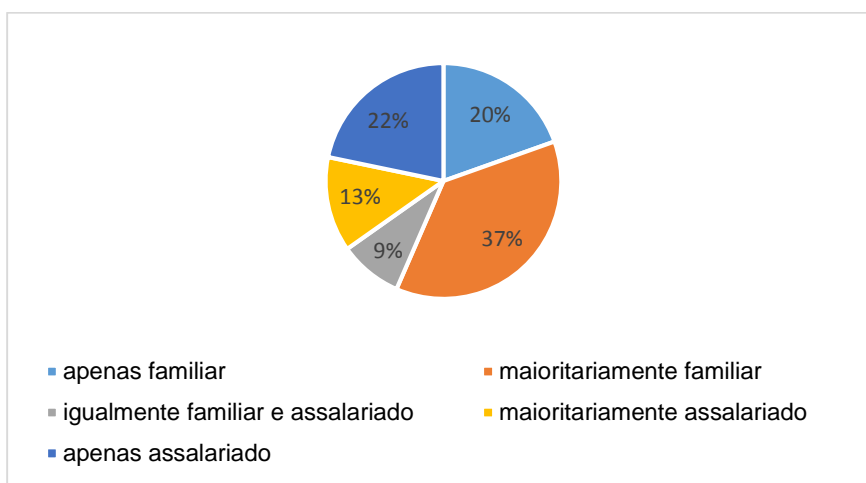


Figura: 5.3 Tipo de mão-de-obra utilizada nas explorações dos agricultores inquiridos

5.5 Sistemas de rega

Na ilha de São Nicolau tem vindo a ser feito uma aposta na modernização da agricultura à semelhança do que acontece em todas as ilhas de Cabo Verde. É uma das áreas que tem sofrido grandes mudanças e no que toca a rega, apostando cada vez mais

nos sistemas mais modernos e mais eficientes nomeadamente a rega gota-a-gota como nos mostra a figura 3.13, em que 89% dos inquiridos utilizam apenas o sistema de rega gota-a-gota nas suas parcelas e apenas 7 % ainda continua a usar só o sistema de rega tradicional (alagamento).

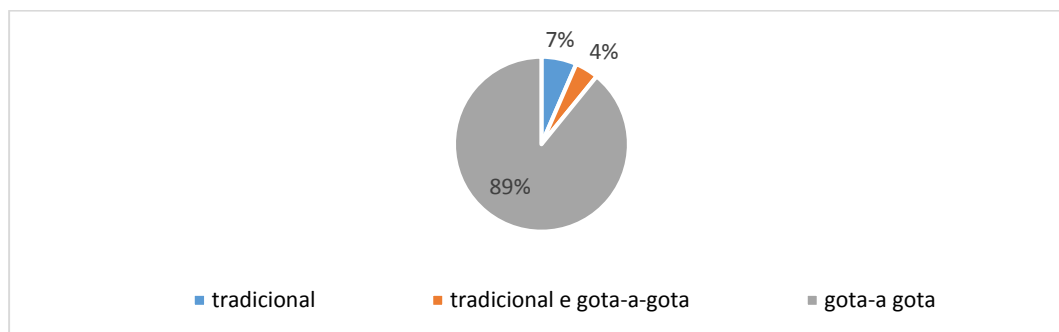


Figura: 5.4 Sistemas de rega utilizados pelos agricultores inquiridos.

5.6 Fontes de rendimento dos agricultores

Todos os agricultores inquiridos afirmaram que dispõem de mais do que uma fonte de rendimento. Segundo a figura 3.14, 52 % dos agricultores inquiridos responderam que a sua principal fonte de rendimento é a venda dos produtos agrícolas, apenas 7% referiu a remessa dos emigrantes e salário agrícola com principal fonte de rendimento, 15% respondeu como principal fonte de rendimento o salário de trabalho noutros sectores e 20 % a pensão como principal fonte de rendimento. Estes 20 % só são possíveis devido a muitos emigrantes que depois de reformados nos países europeus regressam e apostam na agricultura. É ainda de realçar que, segundo as informações junto do MDR uma boa parte dos proprietários das parcelas da área a ser beneficiada pela barragem viveu ou vive no estrangeiro.

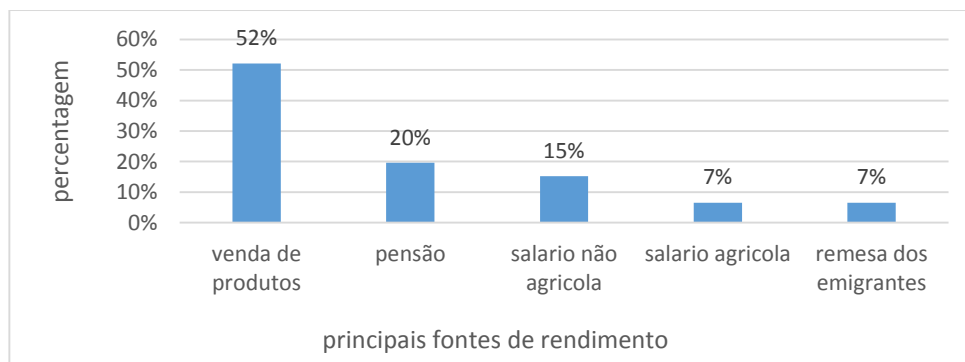


Figura: 5.5 Principal Fonte de rendimento dos agricultores inquiridos

5.7 Tipos de adubos utilizados

A adubação é uma prática cultural que permite aumentar a produtividade e melhorar a qualidade do produto, sendo que os agricultores que foram inquiridos têm a plena

consciência disso. Aliás, alguns afirmaram ao longo dos inquéritos que é importante adubar e que já não praticam agricultura sem recorrer a adubos.

O estrume continua a ser usado por todos, o que demonstra que, mesmo havendo adubos químicos no mercado a estrumeação continua a ser o principal meio para repor os nutrientes no solo. As razões para isso assentam no facto de se tratar de um produto que existe na exploração e mesmo quando não existe dentro da exploração é disponibilizado por outros agricultores gratuito ou a um preço muito mais baixo do que os adubos.

Segundo a figura 3.15 os adubos químicos mais utilizados pelos agricultores são a ureia e um adubo ternário (NPK), ambos a ser utilizados por 48 % dos agricultores inquiridos e, logo a seguir a esses dois um adubo solúvel utilizado por 43 % dos agricultores, o que demonstra mais um avanço na medida em que esses agricultores já recorrem à fertilização.

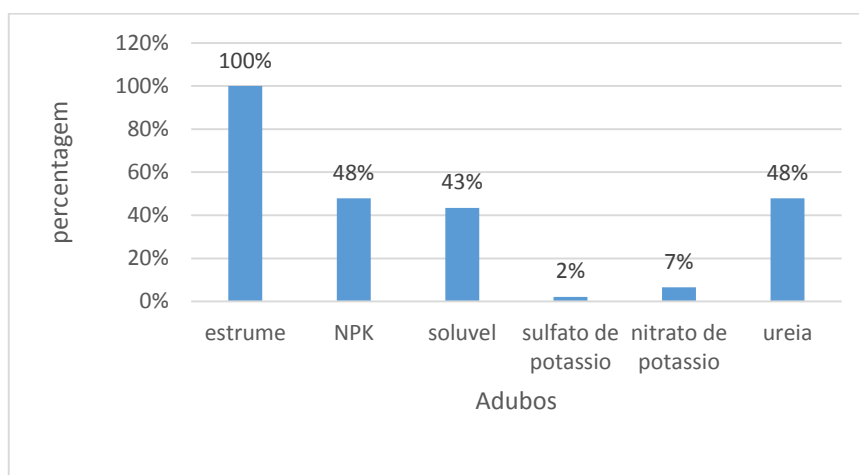


Figura: 5.6 Tipos de adubos utilizados pelos agricultores inquiridos

5.8 Principais culturas utilizadas pelos agricultores

As hortícolas são de longe as culturas em que os agricultores mais apostam em detrimento da cana-de-açúcar, como nos mostra a figura 3.16.

Embora sabendo que a cana-de-açúcar nunca vai desaparecer dos regadios de Cabo Verde, e em particular de São Nicolau, pelo facto do grogue ser um produto já enraizado na cultura cabo-verdiana, é de realçar estas apostas nas hortícolas que ao contrário do grogue são utilizadas na alimentação humana. Como nos mostra a figura 3.16 a batata-doce e batata comum são os dois produtos mais utilizados por 23% e 22% dos agricultores respectivamente.

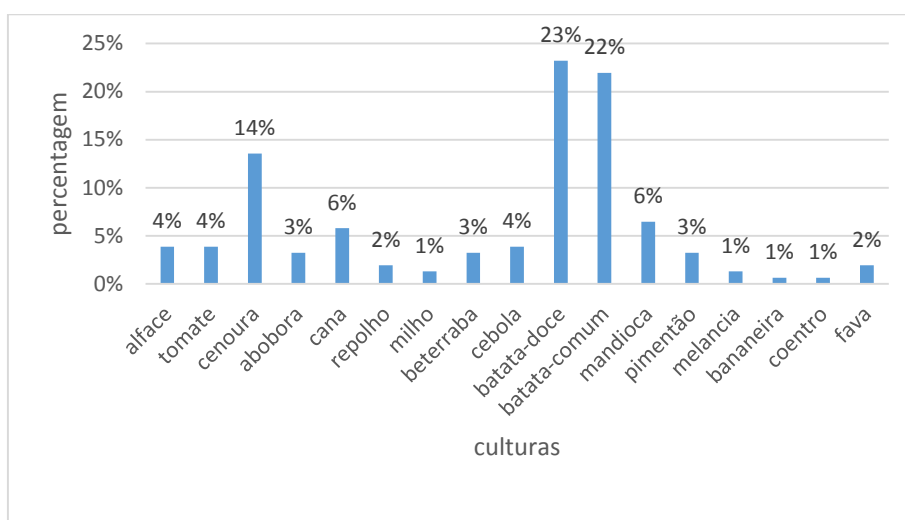


Figura: 5.7 Principais culturas utilizadas pelos agricultores

5.9 Culturas com que os agricultores preferem trabalhar

Quando perguntado aos agricultores com que culturas se sentem mais à-vontade e que preferem trabalhar, cerca de 35 % respondeu que prefere as hortícolas, 30 % respondeu que se sente à-vontade para trabalhar com todas a culturas praticadas na zona e que não têm preferência por nenhuma como nos mostra a figura 3.17.

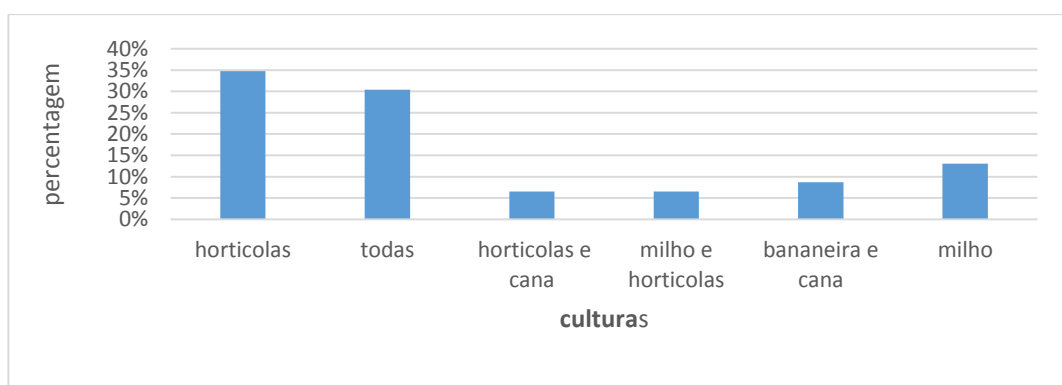


Figura 5.8 As culturas com que os agricultores se sentem mais à-vontade para trabalhar

5.10 Apoio técnico

O recurso ao apoio técnico é ainda uma realidade muito escassa no dia-a-dia dos agricultores, como nos mostra a figura 3.18. Apenas 20 % dos agricultores inquiridos já tiveram acesso a apoio técnico quer por parte do MDR quer por parte das casas comerciais. Esses apoios são sobretudo no que toca a adubação e tratamentos fitossanitários.

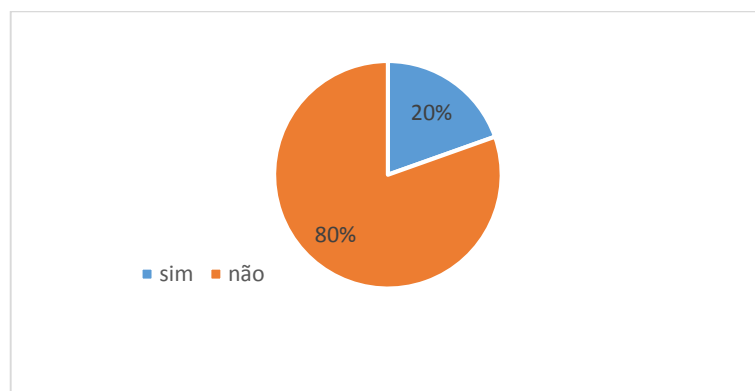


Figura: 5.9 Percentagem dos agricultores que recorre a algum apoio técnico

5.11 Preço médio dos produtos agrícolas praticados pelos agricultores

Na figura 3.19 pode- observar-se o preço médio para a maioria dos produtos produzidos pelos agricultores inquirido. De realçar o preço do grogue que é o produto mais caro por unidade, com um preço médio de 1000\$¹/ litro sendo que muitas vezes este produto é colocado no mercado a um preço superior nomeadamente 1200\$/litro.

O preço médio dos produtos anda à volta dos 100 \$, sendo a exceção a alface que é vendida 25 \$ a unidade

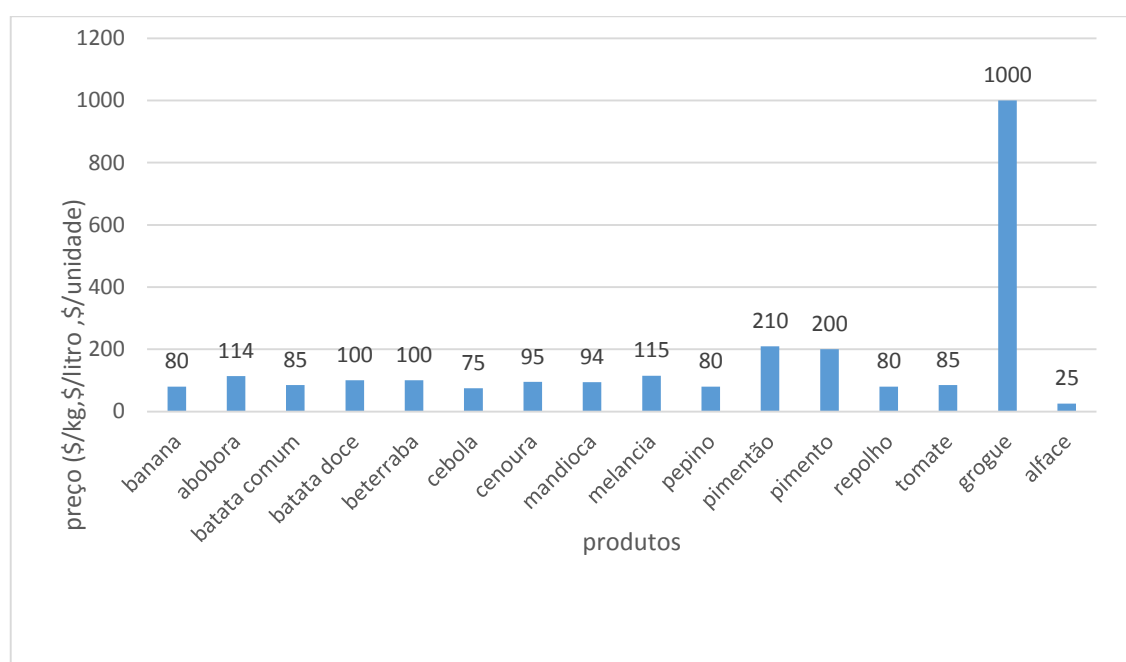


Figura: 5.10 Preço médio dos produtos agrícolas vendidos pelos agricultores

¹Escudos cabo-verdianos, em que 1€=100\$

5.12 Acções de formação na área agrícola

Uma das apostas que tem vindo a ser feita na agricultura da ilha de São Nicolau é a da capacitação dos seus agricultores com acções de formação, nomeadamente ligadas à adubação, tratamento fitossanitário, rega gota-a-gota e pós colheita. Como se pode observar na figura 3.21 cerca de 39 % dos agricultores inquiridos já participaram nessas acções de formação.

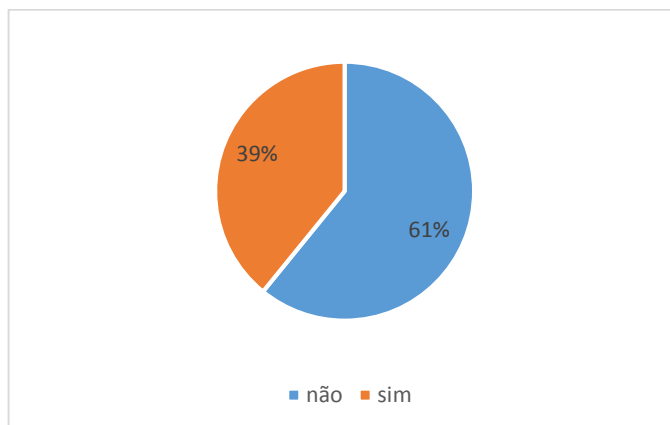


Figura: 5.11 Percentagem dos agricultores que frequentaram alguma acção de formação na área agrícola.

5.13 Tomada de decisões pelos agricultores

Os agricultores baseiam-se quase sempre no conhecimento/experiência adquirido ao longo dos anos, como se pode observar na figura 3.20. Para todas as operações culturais a decisão é feita essencialmente com base na experiência. Por exemplo quando questionados os agricultores sobre como decidem qual a quantidade e tipo de semente, 96 % respondeu que é com base na experiência que esta decisão é feita, e como já foi referido anteriormente os agricultores recorrem a apoio técnico apenas nas questões de adubação e tratamento fitossanitário. Quando questionados sobre como decidem qual o tipo e a quantidade a usar destes dois factores de produção 23 % e 22 % responderam que recorrem a apoio dos técnicos de MDR, 11% e 14% responderam que recorrem ao apoio das casas comerciais.

Relativamente à rega todos os agricultores responderam que as decisões nesse âmbito são todas com base na experiência. Como já era claro todos afirmam que a disponibilidade de água tem uma influência grande nesta decisão.

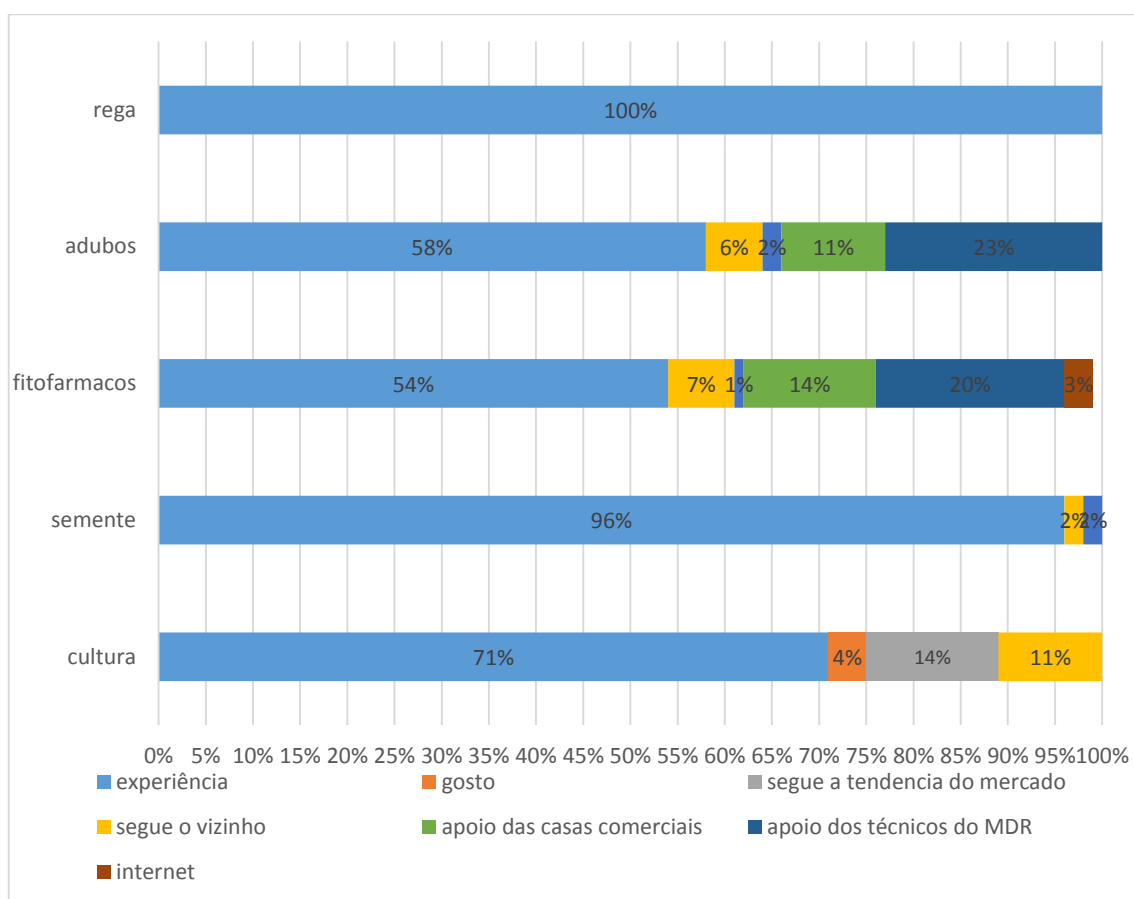


Figura: 5.12 Forma de tomada de decisões pelos agricultores, em referência aos principais factores de produção.

6 Proposta de um plano de gestão para o perímetro de rega

6.1 Selecção das culturas a adoptar

Para este estudo foram seleccionadas as 12 culturas, constantes do quadro 6.1, onde também constam, a duração do ciclo, coeficiente cultural (K_c) para cada fase de desenvolvimento e a respectiva duração de cada fase de desenvolvimento.

Quadro 6.1 Culturas seleccionadas com as respectivas durações de ciclo, coeficientes culturais para as fases de desenvolvimento e durações das fases de desenvolvimento

Cultura	Duraçã o do ciclo (dias)	Fase inicial		Fase intermédia		Fase final		Referência
		K_c	Duraçã o (dias)	K_c	Duração (dias)	K_c	Duração (dias)	
Cenoura (h= 0,35m)	118	0,65	22	1,00	74	0,80	22	Moreno, 2013
Alface	75-140	0,70	20-35	1,00	45-95	0,95	10	Almeida 2006a
Beterraba	70-90	0,50	15-25	1,05	45-55	0,95	10	Almeida, 2006a
Pepino	105-130	0,60	20-25	1,00	70-85	0,75	15-20	Almeida, 2006b
Repolho	80-195	0,70	20-30	1,05	50-125	0,95	10-40	Almeida, 2006a
Melancia	110	0,40	20	1,00	60	0,75	30	Almeida, 2006b
Batata-comum	105-145	0,50	25-30	1,15	60-85	0,75	20-30	Almeida, 2006b
Cebola (h= 0,30)	201	0,60	23	1,04	150	0,40	28	Moreno, 2013
Tomate (h= 0,45)	144	0,60	30	1,18	84	0,80	30	Moreno, 2013
Batata-doce (h =0,30)	138	0,60	21	1,10	96	0,60	21	Moreno, 2013
Pimentão (h = 0,40)	140	0,60	21	1,06	68	0,89	51	Moreno, 2013
Banana 1 ano (h = 2,20 m)	352	0,50	120	1,15	184	1,01	48	Moreno, 2013

As 12 culturas seleccionadas têm como objectivo evitar que haja uma sistemática utilização das mesmas pelos agricultores, daí que neste trabalho se apresenta também um esquema de rotação cultural, com o intuito de ir ao encontro das maiores produções e para

maximizar o rendimento de cada agricultor para o perímetro de rega de barragem da Banca Furada:

Novembro – Fevereiro → Cenoura, Alface, Repolho, Pepino, Batata e Beterraba;

Março – Junho → Batata-doce, Melancia, Pimentão e Tomate;

Dezembro – Junho → Cebola

Setembro – Agosto → Banana

6.2 Avaliação das necessidades hídricas

A avaliação das necessidades hídricas de cada uma das culturas efectuada neste trabalho assenta em dados de uma outra zona a uma altitude mais baixa, em razão da falta de dados climáticos para a área em estudo nomeadamente séries de anos com temperaturas máxima e mínima. Tendo em conta que foi usado o método de Hargreaves para o cálculo da evapotranspiração, admite-se que, na realidade, esses valores possam ser mais baixos no perímetro de rega.

O não conhecimento exacto das necessidades hídricas da cultura pode representar um problema maior ou menor consoante o sistema de rega utilizado. Neste caso, como o sistema de rega é a rega gota-a-gota, permite que uma determinação menos rigorosa das necessidades não seja tão grave, pelo facto de estarmos numa situação de rega de alta frequência, caracterizada por baixas dotações de rega e intervalos entre rega curtos (inclusivamente, podem realizar-se regas diárias).

No quadro 6.2 podem-se observar os valores da evapotranspiração de referência mensal (que varia de 95,6 *mm* a 198,2 *mm*, registada nos meses de Dezembro e Setembro, respectivamente), os coeficientes culturais para cada uma das culturas para as diferentes fases de desenvolvimento e a evapotranspiração cultural mensal para todas as culturas.

Quadro 6.2: Evapotranspiração de referência (ET_0), coeficiente cultural (k_c) e evapotranspiração cultural (E_{tc}) relativo às diferentes culturas.

			Jan	Fev.	Mar	Abr.	Mai.	Jun.	Jul	Ago	Set	Out	Nov.	Dez
ET_0 (mm)			100,9	113,5	144,9	162,0	155,77	160,3	155,4	156,7	198,2	183,9	110,4	95,6
Culturas	Cenoura	K_c	1	0,8									0,65	1
		E_{tc}	100,9	90,8									71,5	95,6
	Alface	K_c	1	0,95									0,7	1
		E_{tc}	100,9	107,8									77,0	95,6
	Pepino	K_c	1	0,75									0,6	1
		E_{tc}	100,9	85,1									66,0	95,6
	Beterraba	K_c	1,05	0,95									0,7	1,05
		E_{tc}	105,9	107,8									77,0	100,4
	Repolho	K_c	1,05	0,95									0,7	1,05
		E_{tc}	105,9	107,8									77,0	100,4
	Batata	K_c	1,06	0,89									0,6	1,06
		E_{tc}	170,6	138,1									89,8	166,2
	Tomate	K_c			0,6	1,18	1,18	0,8						
		E_{tc}			89,8	184,9	189,9	124,1						
	Batata-doce	K_c			0,6	1,1	1,10	0,6						
		E_{tc}			89,8	172,4	177,1	93,1						
	Pimentão	K_c			0,6	1,06	1,06	0,89						
		E_{tc}			89,8	166,1	170,6	138,1						
	Cebola	K_c	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	0,40						0,60
		E_{tc}	104,9	118,1	155,7	163,7	167,4	62,1						57,4
	Banana	K_c	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,01	1,01	0,5	0,5	0,5	0,5
		E_{tc}	116,04	130,54	172,17	180,27	185,11	78,43	162,13	158,27	99,10	91,99	55,02	47,80
	Melancia	K_c			0,4	1	1	0,75						
		E_{tc}			59,89	156,76	160,97	116,37						

6.3 Necessidades de rega

Para determinar as necessidades de rega recorreu-se ao balanço hídrico pelo método de FAO, tendo-se dispostos, da evapotranspiração cultural, das características do solo nomeadamente a textura para se poder deduzir a capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento, da profundidade radicular (Z) e do coeficiente de gestão de rega (p). Esses valores podem ser consultados no quadro 6.3.

Quadro: 6.3 Profundidade radicular e fracção facilmente utilizável respeitantes às culturas seleccionadas.

Cultura	Z (m)	p
Cenoura	0,5 - 1	0,35
Alface	0,3 - 0,5	0,30
Cebola	0,5 - 1,54	0,35
Batata-doce	1 - 1,5	0,35
Batata comum	0,40 - 0,60	0,35
Repolho	0,5 - 1	0,35
Beterraba	0,6 - 0,9	0,50
Pepino	0,7 - 0,90	0,50
Melancia	0,8 - 1	0,40
Tomate	0,70 - 1	0,40
Banana	0,5 - 2,39	0,35
Pimentão	0,5 - 1	0,30

Fonte: Adaptado de (Allen et al., 1998)

As determinações das necessidades de rega foram feitas para 3 cenários de precipitação (disponibilidade hídrica), onde o cenário 1 corresponde a um ano seco, o cenário 2 a um ano médio e o cenário 3 a um ano húmido. Os valores de precipitação mensal e anual podem ser consultados no quadro 6.4.

Quadro: 6.4 Precipitação mensal e anual para os 3 cenários

	Jan	Fev.	Março	Abril	Mai	Jun.	Jul	Agos	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Cenário 1	0	0	0	0	0	0	0	3,3	0	0	37,9	0	41,2
Cenário 2	5	2,2	1,1	1,5	0,1	0,5	9,7	63,3	97,9	45,1	6,9	7,3	240,6
Cenário 3	0	0	0	0	0	0	0	106,7	586,8	109	0	0	802,5

Com base nos valores de precipitação dos cenários, foram efectuados balanços hídricos para as 12 culturas seleccionadas e, assim, determinaram-se os consumos de rega para as culturas relativos aos três cenários. Os resultados podem ser consultados nas Figs. 5.1, 5.2 e 5.3, respectivamente.

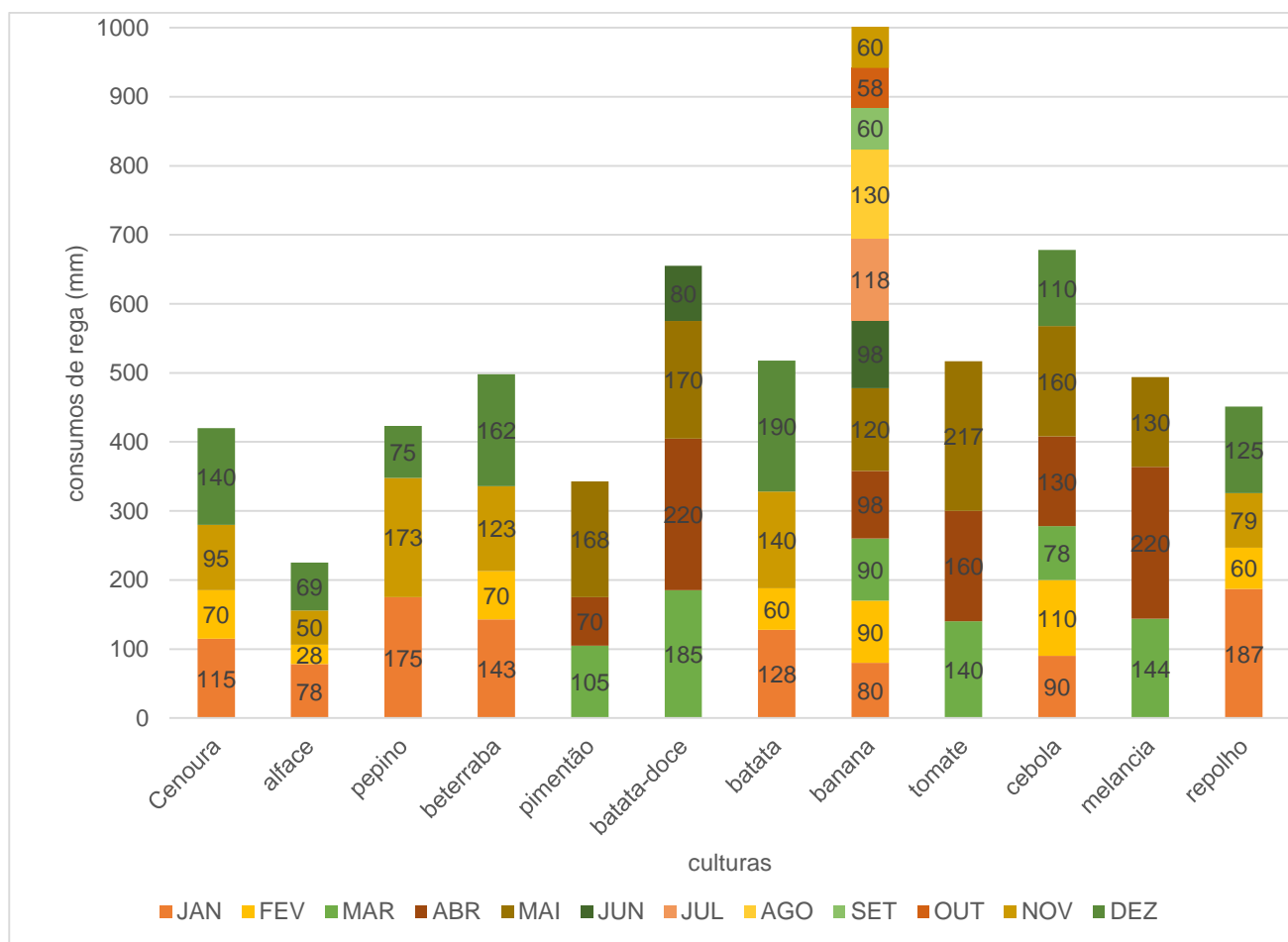


Figura 6.1 Consumos de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário 1

Com base nos dados da figura 6.1 pode-se afirmar que para o cenário 1 a cultura com maior necessidade de rega é da banana, com um consumo útil total de cerca de 1 000 mm, apresentando o seu maior consumo no mês de Agosto com cerca de 130 mm. A

cultura de alface é a cultura com menor necessidade de rega, com um consumo total de cerca de 210 *mm*, apresentando o seu menor consumo no mês de Fevereiro com cerca de 28 *mm*.

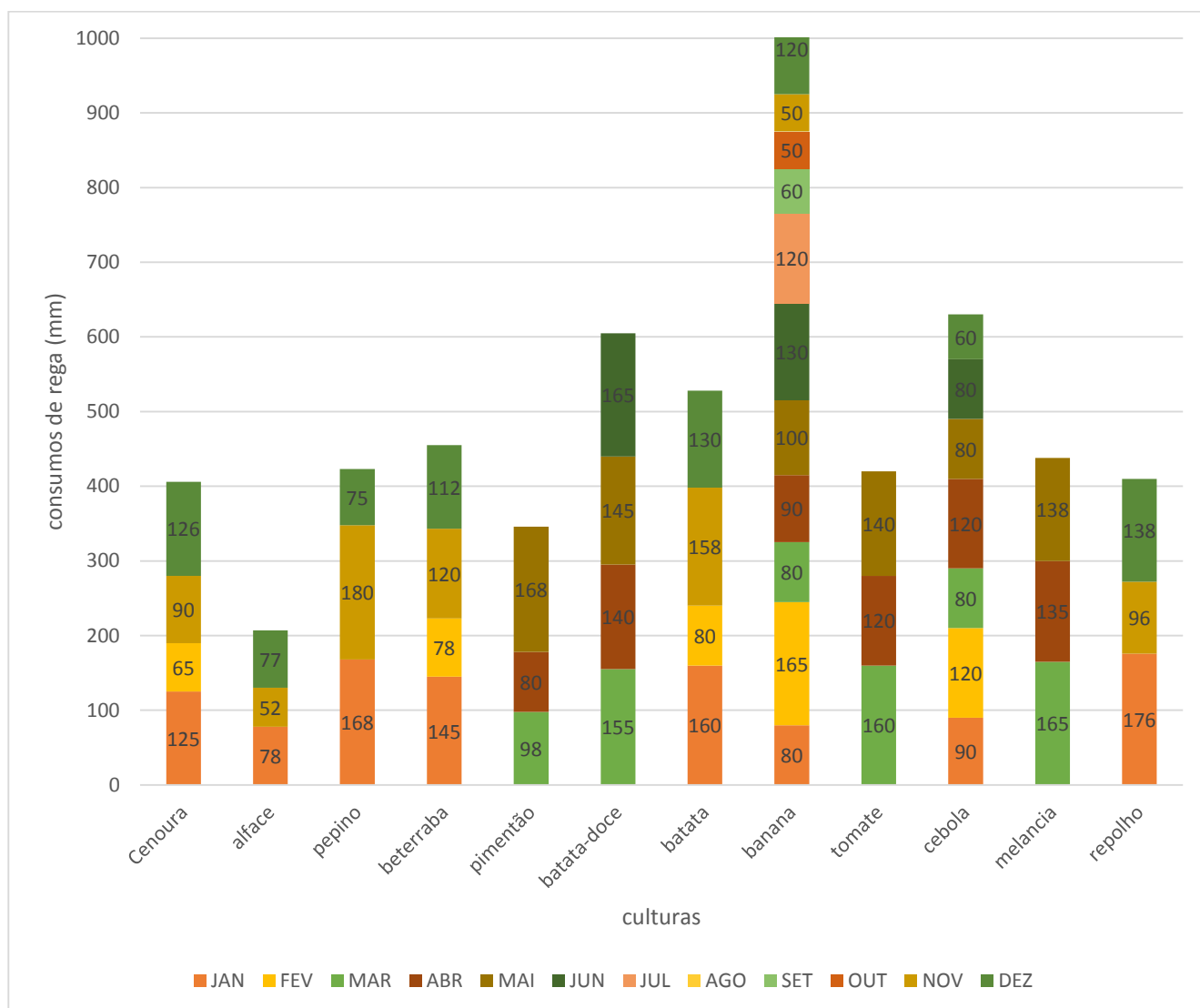


Figura 6.2 Consumos de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário 2

A banana continua sendo a cultura com maior consumo de água com cerca de 1 000 *mm*, sendo o mês de Julho o que apresenta maior consumo de água, com cerca de 130 *mm*. A alface continua sendo a cultura com menor consumo de água, sendo apenas necessário regar nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro.

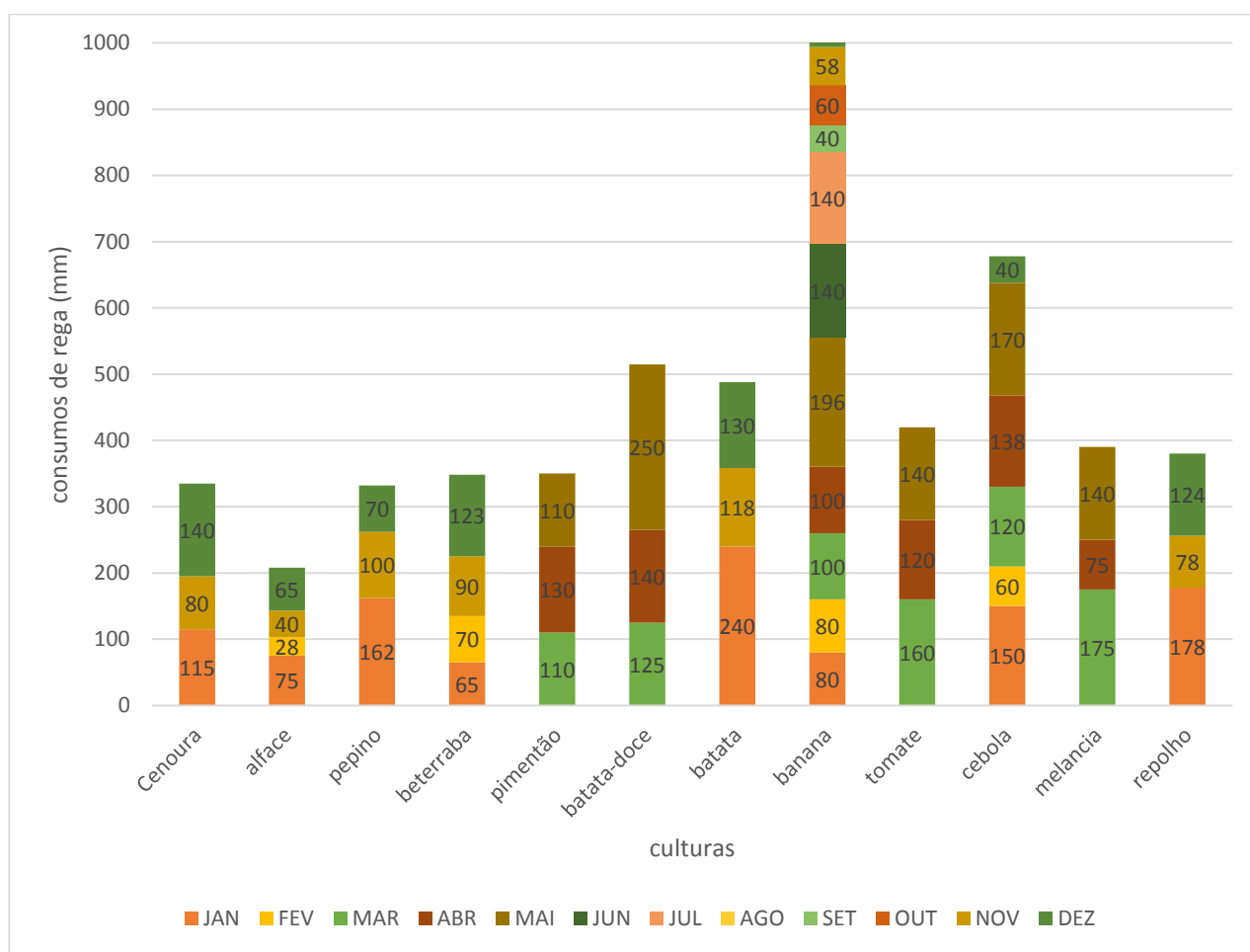


Figura 6. 3 Consumo de rega das culturas ao longo dos meses para o cenário 3

A Figura 6.3 mostra que o consumo de rega de cultura da banana (cultura com maior consumo de rega) continua sendo de cerca de 1000 *mm* e a cultura de alface (cultura com menor consumo de rega) continua sendo de cerca de 200 *mm*.

Analisando as figuras 6.1, 6.2 e 6.3 pode-se verificar que as culturas com maior consumo de rega são as culturas da banana, da cebola e da batata-doce. A alface é a cultura com menor consumo de rega.

As necessidades de rega num perímetro dependem das culturas que aí estão instaladas, da fase de desenvolvimento em que cada cultura se encontra, da evapotranspiração e da precipitação do local. A evolução do consumo de água no perímetro de rega ao longo do ano pode ser consultada na figura 6.4

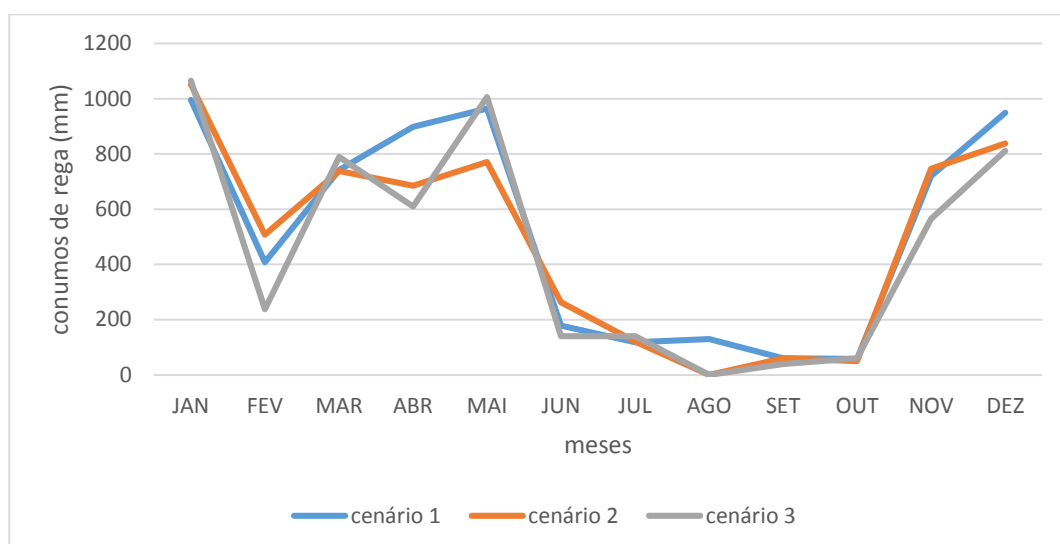


Figura 6.4 Evolução dos consumos de rega ao longo do ano.

Como se pode constatar pela figura 6.4 e atendendo ao esquema de rotação proposto neste estudo os maiores consumos ocorrem nos meses de Novembro a Janeiro (nesta altura estão no terreno culturas como a banana, a cebola, a alface, o repolho, a beterraba, o pepino e a batata comum) e de Março a Maio (altura em que estão no terreno culturas como a banana, a batata doce, o pimentão, o tomate e a melancia) atingindo consumos mensais situados entre os 500 mm e os 1 000 mm. Nos restantes meses o consumo de água é bastante moderado, pois nestes períodos praticamente só há uma cultura no terreno, a banana.

A evolução do consumo de rega no perímetro não difere muito nos 3 cenários, mo que não deixa de ser surpreendente, uma vez que era de esperar uma maior diferente de consumo entre os cenários. Tal facto pode ser devido às precipitações serem concentradas nos meses em que estão poucas culturas no terreno. Observando a figura 5.4 pode-se destacar que o consumo de rega no cenário 1 é maior nos meses de Março a Maio e no mês de Agosto em que não se regista nenhum consumo para os cenários 2 e 3.

6.4 Simulação da exploração da Albufeira

A simulação da exploração de albufeira foi efectuada para os 3 cenários e os resultados das falhas encontram-se agrupados por cada um dos cenários.

6.4.1 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 1

O cenário 1 é o que menos água dispõe para armazenar na albufeira. Para este cenário foram efetuadas duas simulações, uma anual, (no quadro 6.2 podem-se consultar os dados das falhas na rega) e uma com uma série dos anos de 1994 a 2013, (no quadro 6.3

Quadro 6.2 Resultados de falhas na rega para o cenário 1 obtido com simulação anual

Área (ha)			36			51
Nível de água no início			270	277	280	280
Falhas totais na rega	Volume	%	36,7	0	0	3,9
		dam ³	95,4	0	0	14,1
	Meses	%	58,3	0	0	25
		Nº	7,0	0	0	3,0

Como se pode verificar no quadro acima, no cenário 1 não é possível cultivar uma área superior a 36 ha. E mesmo assim para conseguir cultivar essa área o nível inicial de água na albufeira deve encontrar-se acima da cota dos 270 m. O nível de pleno de armazenamento é de 280 m o que quer dizer que, para se cultivarem os 36 ha o nível da albufeira deve estar próximo da cota máxima.

Quadro 6.3 Resultados de falhas na rega para o cenário 1, obtido com simulação de uma série de anos de 1994 a 2013, à cota máxima no início de exploração

Área (ha)	Falhas totais na rega				Número de anos em que se verificam falhas na rega
	Volume		Meses		
	dam³	%	Nº	%	
36	0	0	0	0	0
38	5,8	2,1	1,0	8,3	1
40	30	0,5	3	1,3	1
41	49,3	0,8	5,0	2,1	3
42	95,8	1,6	11	4,6	7
43	59,8	19,2	3,0	25	7
44	198,2	3,1	15,0	6,3	7

Os valores do quadro 6.3 demonstram que não se pode também aqui exceder os 36 ha, embora se tenha simulado apenas para a cota máxima, situação que na prática será de muito difícil de acontecer.

6.4.2 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 2

O cenário 2 corresponde a um ano médio e tal como aconteceu no cenário anterior foi feita uma simulação anual (quadro 6.4) e uma com uma série de dados dos anos de 1994 a 2013 (quadro 6.5).

Quadro 6.4 Resultados falhas na rega para o cenário 2 obtido com simulação anual

Área (ha)			34	40	47		51		63
Nível de água no início			272	274	276	280	277	280	280
Falhas total na rega	Volume	%	4,8	4,5	4,5	0	5,0	0	4,7
		dam ³	11,5	11,9	14,7	0	17,6	0	20,6
	Meses	%	8,3	8,3	8,3	0	8,3	0	8,3
		Nº	1	0	1	0	1	0	1

O quadro 6.4 demonstra mais uma vez que a área máxima a ser cultivada no cenário 2 é de 51 *ha*, mas só é possível atingir esta área se a albufeira na situação inicial estiver à cota máxima ou muito próximo dela.

Quadro 6.5 Resultados de falhas na rega para o cenário 2 obtidos com simulação da série de anos de 1994 a 2013 à cota máxima

Área (ha)	Falhas totais na rega				Número de anos em que se verificam falhas na rega
	Volume		Meses		
	dam ³	%	Nº	%	
51	727	10,3	33,0	13,8	16
42	72,4	1,2	9,0	3,8	7
41	38,2	0,7	3	1,3	2
36	0	0	0	0	0

Como se pode observar no quadro 6.5 a área máxima que pode ser cultivada no cenário 2 é de 41 *ha*, com um número de anos com falhas bastante considerável (2 anos)

embora as percentagens das falhas continuem abaixo dos 20 %, que é a percentagem máxima do número de falhas anuais

6.4.3 Simulação de exploração da Albufeira para o cenário 3

O cenário 3 corresponde a uma ano com precipitação anual a rondar os 800 mm e tal como nos outros 2 cenários foi feita uma simulação anual (quadro 6.6) e uma com a serie de dados dos anos de 1994-2013 (quadro 6.7)

Quadro 6.6 Resultados das falhas na rega para o cenário 3 obtidos com simulação anual

Área (ha)			33	40	55	65
Nível de água no início			274	276	280	280
Falhas total na rega	Volume	%	4,3	4,7	4,8	15,7
		dam ³	11,9	13,0	18,1	70,7
	Meses	%	8,3	16,7	16,7	25,0
		Nº	1	2	2	3

No quadro 6.6 pode-se verificar que na situação do cenário 3 a área máxima a ser cultivada não pode nunca exceder os 55 *ha*. Nestas condições apresentam falhas em 3 meses partindo da situação de enchimento inicial à cota máxima

Quadro 6.7 Resultados falhas na rega para o cenário 3 obtido com simulação de um serie de anos de 1994 a 2013 à cota máxima

Área (ha)	Falhas total na rega				Número de anos em que se verificam falhas na rega
	Volume		Meses		
	dam ³	%	Nº	%	
65	2379,2	26,4	65,0	27,1	20
42	67,9	1,2	8,0	3,3	6
41	36	0,6	4	1,7	2

No quadro 6.7 pode-se observar que neste cenário não é possível atingir os 65 ha uma vez que a percentagem de falhas é superior a 20 % e apresenta um total de 20 anos em que se verificam falhas, o que quer dizer que em todos os anos se iriam verificar falhas na rega, situação insustentável.

6.4.4 Áreas limites de rega em função do enchimento da albufeira

A capacidade de enchimento de albufeira depende da quantidade de precipitação e da respectiva retenção. O volume inicial (considerado nestas simulações no mês de Janeiro) é de difícil determinação, o que exigiria um estudo hidrológico a montante, não possível de realizar neste estudo. Assim, as simulações de exploração da albufeira foram direccionadas para identificar a área máxima a ser regada consonante se considere o nível de água no início do ano (figura 6.5) ou o volume de água inicial (figura 6.6).

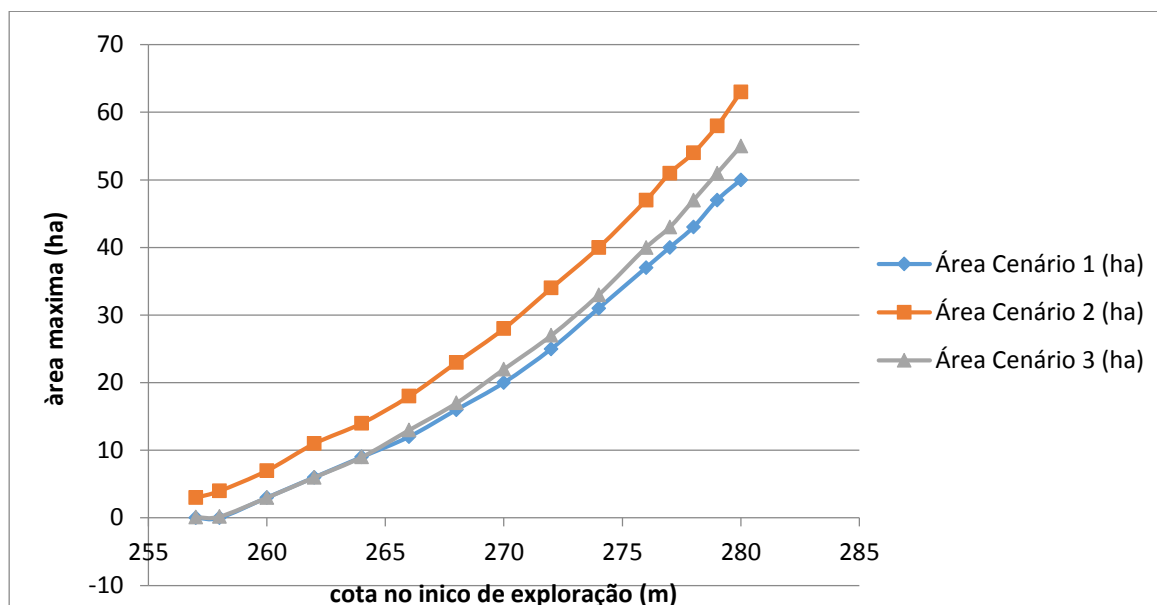


Figura 6.5 Relação entre a área máxima a ser regada e a cota de água no início de exploração

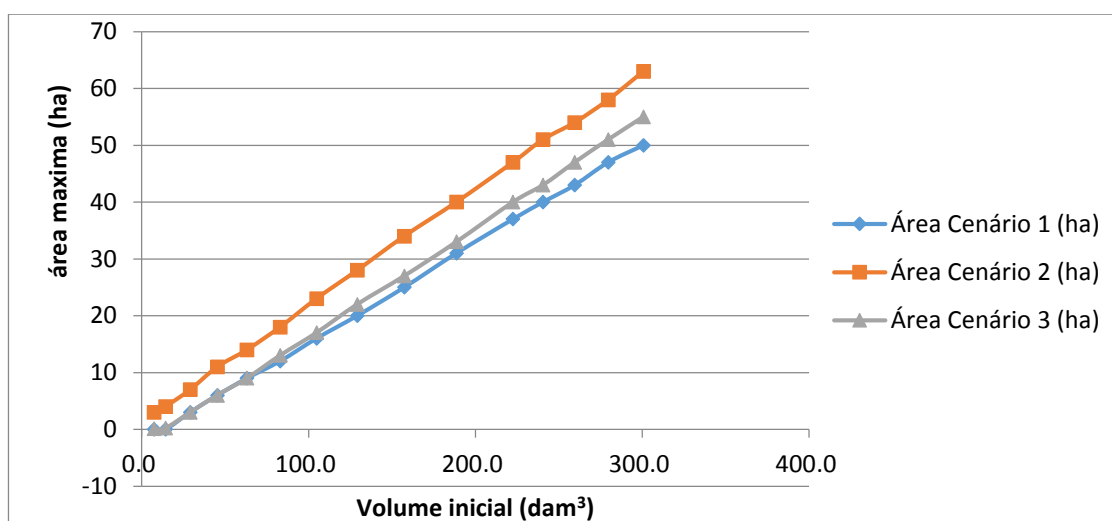


Figura 6.6 Relação entre a área máxima a ser regada e o volume de água no início de exploração

A quantidade de precipitação varia muito de ano para ano e, por isso, a área máxima a ser regada será maior ou menor conforme a quantidade de precipitação que ocorre no ano. Para o mesmo nível de água inicial, a área máxima a ser regada será menor se for um ano com pouca precipitação e maior num ano de maior precipitação. Analisando os quadros e as figuras anteriores pode-se verificar que, para o mesmo nível de água na albufeira no mês de Janeiro a área máxima a ser regada será menor no cenário 1 em relação aos outros dois cenários.

6.5 Plano de ocupação Cultural

Nos perímetros de rega colectivos a partir de um único reservatório, em regiões em que a precipitação se apresenta escassa e com grande variabilidade, é fundamental saber como proceder para a gestão do perímetro em cada um dos anos. Assim neste estudo optou-se por apresentar uma proposta das áreas a dedicar a cada uma das culturas visando a não sobre-exploração da albufeira. As áreas a serem dedicadas a cada uma das culturas nos três cenários podem se consultadas no quadro 6.8, em que se admitiu que a adesão ao regadio nunca é de 100%.

Quadro 6.8 Área a dedicar a cada cultura em cada um dos cenários

Cultura	Época	Área (ha)		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Banana	Setembro - Agosto	5	7	9
Alface	Novembro - Fevereiro	2	3	4
Cenoura	Novembro - Fevereiro	3	3	4
Batata	Novembro - Fevereiro	3	4	5
Batata-doce	Março - Junho	3	5	7
Cebola	Dezembro - Junho	4	5	6
Melancia	Março - Junho	3	5	6
Pepino	Novembro - Fevereiro	1	2	2
Beterraba	Novembro - Fevereiro	1	2	2
Pimentão	Março - Junho	1	2	2
Tomate	Março - Junho	4	5	6
Repolho	Novembro - Fevereiro	1	2	3

O cenário 1 é o cenário de menor precipitação e, por isso, nesta situação há que reduzir a área cultivada para evitar a sobre-exploração da albufeira. Nas condições em que a precipitação anual seja mais abundante a área dedicada a cada uma das culturas poderá ser mais alargada e consequentemente a albufeira permitirá regar uma área maior. O aumento das áreas de cada cultura deve ser feita de acordo com as disponibilidades hídricas e sempre tendo em consideração o mercado, para evitar que o produto seja

colocado no mercado a um preço muito baixo ou levar a situações em que o agricultor não consiga escoar os produtos.

6.6 Análise económica

A importância de quantificar os encargos económicos e receitas de cada cultura para se poder analisar do ponto de vista económico quais as culturas mais interessantes é indiscutível. No quadro 6.9 apresentam-se os custos variáveis totais (CVT), as receitas totais, a margem bruta para cada uma das culturas seleccionadas, as respectivas produções esperadas para uma área de 0,1 *ha* e os preços médios a que os produtos são colocados no mercado.

Quadro 6.9 Resumo da análise económica para cada uma das culturas seleccionadas

Cultura	CVT (euros)	Receitas totais (euros)	Margem bruta (euros)	Produção esperada (kg)	Preço (euros/ kg)
Cenoura	592,76	2487,27	1894,51	2880,00	0,95
Alface	505,79	2487,27	1981,48	2880,00	0,95
Beterraba	1724,4	3454,55	2727,24	3800,00	1,00
Pepino	526,84	2487,27	1960,44	2800,00	0,95
Pimentão	542,23	4200,00	3657,77	2200	2,10
Tomate	659,54	1931,82	1272,28	2500,00	0,85
Cebola	485,85	2727,27	2241,42	4000	0,75
Melancia	441,55	2090,91	1649,36	2000	1,15
Banana	1420,38	2545,45	1125,07	3500,00	0,80
Repolho	530,55	2159,09	1628,55	2500,00	0,95
Batata	1407,84	2090,91	2018,25	2300,00	1,00
Batata-doce	416,47	2090,91	2018,25	2300,00	1,00
Pepino	526,84	2487,27	2487,27	2880,00	0,95

Analisando o quadro 6.9 pode-se verificar que das culturas seleccionadas a que apresenta maior margem bruta é a de pimentão, enquanto a da banana é aquela que apresenta menor margem bruta. A cultura do pimentão é a mais valorizada em termos económico, é colocado no mercado a preço superior ao das outras (2,10 euros). No entanto é um produto ainda pouco procurado no mercado local.

A cultura da banana é a que apresenta custos de produção mais elevados 1420,38 euros por 0,1 há, constituindo um produto que em média é colocado no mercado a um preço de cerca de 0,80 euros/kg, fruto da concorrência dos produtos que chegam das outras ilhas, nomeadamente da ilha de Santiago.

6.7 Gestão de rega

É fundamental fazer uma boa gestão de rega para que a quantidade de água a aplicar a cada cultura seja a indicada às suas exigências, evitando-se o stress hídrico, com consequentes quebras de produção. Mas, também, por outro lado não se deve aplicar água em excesso, para minimizar os encargos económicos e aumentar o rendimento das culturas. Neste trabalho, com o intuito de contribuir para uma gestão eficiente de rega no perímetro apresentam-se no quadro 6.10 as dotações úteis e reais em *mm* para cada cultura, em cada mês, tendo em conta um intervalo entre rega de três dias e uma eficiência de rega de 90%, para um sistema de rega gota-a-gota.

Os 3 dias foram adotados de acordo com o que é praticado na zona, mas é de salientar que em alguns casos nomeadamente nas culturas que raízes poucos profundos esses 3 dias podem não ser os mais indicados, pois corre o risco de estar a regar para fora da zona radicular.

Quadro 6.10 Dotações úteis (hu) e reais (hr) de rega com um intervalo entre regas de 3 dias para as diferentes culturas ao longo do ano para a rega gota-a-gota

			Jan	Fev.	Mar	Abr.	Mai.	Jun.	Jul	Set	Out	Nov.	Dez
Culturas	Cenoura	<i>hu</i>	9,8	9,75								6,9	9
		<i>hr</i>	10,8	10,83								7,67	10
	Alface	<i>hu</i>	9,75									7,4	8,56
		<i>hr</i>	10,83									8,22	9,51
	Pepino	<i>hu</i>	9,69									6,4	9,38
		<i>hr</i>	10,77									7,11	10,42
	Beterraba	<i>hu</i>	10,35	11,7								7,5	9,88
		<i>hr</i>	10,5	13								8,3	10,4
	Repolho	<i>hu</i>	10,35									8	1,05
		<i>hr</i>	11,50									8,89	10,96
	Batata	<i>hu</i>	11,4	9,2								5,45	10,83
		<i>hr</i>	12,67	10,22								6,06	12,03
	Tomate	<i>hu</i>			8,89	18	19,1						
		<i>hr</i>			9,88	20	21,22						
	Batata-doce	<i>hu</i>			8,61	17,5	16,73	9,16					
		<i>hr</i>			9,57	19,44	18,59	10,18					
	Pimentão	<i>hu</i>			8,91	17	16,8						
		<i>hr</i>			9,90	18,89	18,67						
	Cebola	<i>hu</i>	10,38	15,92	12,85	15,92	16	6,15					5,63
		<i>hr</i>	11,53	17,69	14,28	17,69	17,78	6,83					6,26
	Banana	<i>hu</i>	11,43	13,75	17,14	18	17,64	17,72	15,65	10	8,82	5,56	4,6
		<i>hr</i>	12,70	15,28	19,04	20	19,60	19,69	17,39	11,1	9,80	6,18	5,11
	Melancia	<i>hu</i>			5,89	15,58	15,92						
		<i>hr</i>			6,54	17,31	17,69						

O Agosto é o único mês para um ano médio em que não necessário efectuar qualquer rega. Tal facto deve-se às precipitações registadas nesse mês e tendo em conta o plano de ocupação cultural em que apenas se encontra no terreno a cultura da banana já no final do seu ciclo cultural.

As culturas de alface, pepino e repolho apesar de terminarem o seu ciclo cultural dentro do mês de Fevereiro, para o ano médio, não exigem nenhuma rega nesse mês.

Analisando os dois quadros anteriores pode-se verificar que as dotações de rega, são mais elevadas nos meses de Março a Julho, sendo que o maior valor registado é de 21,22 mm no mês de Maio para a cultura do tomate. Por outro lado, o menor valor de dotação registado é no mês de Dezembro, para a cultura da banana com uma dotação real de 5,11 mm que curiosamente é conhecida no campo como *água em pé*. Sem dúvida trata-se de uma cultura bastante exigente em água, mas com um sistema radicular pouco profundo, o que não permite extrair água de grandes profundidades.

6.8 Síntese da Proposta

A gestão de todo e qualquer perímetro de rega deve ser pensada de uma forma integral, isto é não se deve preocupar apenas com as questões de rega mais também com outros aspectos culturais e aspectos socio-económicos. Os valores da evapotranspiração cultural (*Etc*), coeficiente cultural (*kc*), margem bruta (*MB*), consumo de água e área máxima a dedicar a cada uma das culturas nos 3 cenários e dotação útil (*hu*) para cada uma das culturas de cebola (quadro 6.12), cultura culturas de Novembro a Fevereiro (quadro 6.13), culturas de Março a Junho (quadro 6.14) e para a cultura da banana (quadro 6.15)

Quadro 6.12 Síntese da proposta de gestão para a cultura de cebola

Meses	Área (ha)			Consumo de água (mm)			Cultura	MB (euro) *	ETC (mm)	Kc	Hu** (mm)
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário1	Cenário2	Cenário3					
Dez	4	5	6	95	90	80	Cebola	2241,42	57,36	0,6	5,53
Jan				140	126	140			204,94	1,04	10,38
Fev				115	125	115			118,05	1,04	15,92
Março				70	65	0			155,70	1,04	12,85
Abril				79	96	178			163,03	1,04	15,92
Maio				125	138	1124			167,40	1,04	16
Junho				187	176	178			62,06	0,40	6,15

*Margem bruta

** Dotação útil para um ano médio

. Quadro 6.13 Síntese da proposta de gestão para as culturas de Novembro a Fevereiro

Meses	Área (ha)			Consumo de água (mm)			Culturas	MB (euro) *	ETC (mm)	Kc	Hu** (mm)
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário1	Cenário2	Cenário3					
Nov.	3	3	3	95	90	80	Cenoura	1894,51	71,52	0,65	6,9
Dez				140	126	140			95,6	1	9
Jan				115	125	115			100,91	1	9,8
Fev				70	65	0			90,81	0,80	9,75
Nov	1	2	3	79	96	178	Repolho	1628,55	77,03	0,7	8
Dez				125	138	1124			100,38	1,05	9,86
Jan				187	176	178			105,95	1,05	10,35
Fev				60	0	0			107,84	0,95	
Nov	2	3	4	50	52	40	Alface	1981,48	77,03	0,7	7,4
Dez				69	77	65			95,60	1	8,56
Jan				78	78	75			100,91	1	9,75
Fev				28	0	28			107,84	0,95	
Nov	1	2	2	173	180	100	Pepino	1960,44	66,02	0,60	6,4
Dez				75	75	168			95,60	1	9,38
Jan				100	70	162			100,91	1	9,69
Fev				0	0	0			85,13	0,75	
Nov	1	2	2	123	120	90	Beterraba	2727,24	77,03	0,7	7,5
Dez				162	112	123			100,38	1,05	9,88
Jan				143	145	65			105,95	1,05	10,35
Fev				70	78	70			107,84	0,95	11,7
Nov	3	4	5	140	158	118	Batata	2018,25	55,02	0,5	5,45
Dez				190	130	130			109,94	1,15	10,83
Jan				128	160	240			116,04	1,15	11,4
Fev				60	80	0			85,13	0,75	9,2

*Margem bruta

** Dotação útil para um ano médio

Quadro 6.14 Síntese da proposta de gestão para as culturas de Março a Junho

Meses	Área (ha)			Consumo de água (mm)			Culturas	MB (euro) *	ETC (mm)	Kc	Hu** (mm)
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário1	Cenário2	Cenário3					
Março	3	5	5	144	165	175	Melancia	1649,36	59,89	0,4	5,89
Abril				220	135	75			156,76	1	15,58
Maio				130	1138	140			160,97	116,37	15,92
Junho				0	0	0			116,37	0,75	
Março	4	6	7	105	98	110	Pimentão	3657,77	89,83	0,6	8,91
Abril				70	80	130			166,17	1,06	17
Maio				168	168	110			170,62	1,06	16,8
Junho				0	0	0			138,09	0,89	
Março	1	2	2	140	160	160	Tomate	1272,28	89,83	0,6	8,89
Abril				160	120	120			184,98	1,18	18
Maio				217	140	140			189,94	1,18	19,1
Juno				0	0	0			124,13	0,80	
Março	4	5	6	185	155	125	Batata- doce	2018,25	89,83	0,6	8,61
Abril				220	140	140			172,44	1,1	17,5
Maio				170	145	250			177,06	1,10	16,73
Junho				80	165	0			93,10	0,6	9,16

*Margem bruta

** Dotação útil para um ano médio

Quadro 6.15 Síntese da proposta de gestão para a cultura de banana

Meses	Área (ha)			Consumo de água (mm)			Cultura	MB (euro) *	ETC (mm)	Kc	Hu** (mm)
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário1	Cenário2	Cenário3					
Set	5	7	9	60	60	40	Banana	1125,07	99,10	0,50	10
Out				58	50	60			91,99	0,50	8,82
Nov				60	50	58			55,02	0,50	5,56
Dez				78	120	120			47,80	0,50	4,6
Jan				80	80	80			116,04	1,15	11,43
Fev				90	165	80			130,54	1,15	13,75
Março				90	80	100			172,17	1,15	17,14
Abril				98	90	100			180,27	1,15	18
Maio				120	100	196			185,11	1,15	17,64
Junho				98	130	140			178,43	1,15	17,72
Julho				118	120	140			162,13	1,01	15,65
Agosto				130	0	0			152,54	1,01	

*Margem bruta ** Dotação útil para um ano médio

7 Conclusões e Perspectivas Futuras

A ilha de São Nicolau apresenta uma grande insuficiência de dados, o que não permite determinar de uma forma rigorosa a evapotranspiração. Tal situação pode ser minimizada com base nos dados da estação meteorológica do Cachaço, mas, de qualquer forma continua sendo insuficiente para abranger todas as zonas agrícolas de São Nicolau.

A agricultura da ilha de São Nicolau tem vindo a desenvolver-se ao longo dos anos mas ainda tem muitos desafios pela frente, nomeadamente a comercialização de produtos e a aquisição de factores de produção em resultado do problema da ligação à denominada “ilha esquecida”.

A área que será possível regar com a água da barragem depende fortemente da precipitação, sendo que nos anos de fraca precipitação há que reduzir a área a cultivar. A área máxima a ser regada vai depender muito da cota inicial de água no início de exploração, mas mesmo nessas condições não se conseguirá ultrapassar os 36 ha, 41ha e 55 ha para os cenários 1, 2 e 3. Por outro lado com o passar dos anos devido ao transporte sólido que se verifica em Cabo Verde, haverá um aumento do volume morto da albufeira ao que corresponderá uma redução de água disponível na albufeira e consequentemente uma redução da área regada.

As 12 culturas seleccionadas apresentaram todas uma margem bruta superior a 1000 euros (100 mil escudos cabo-verdianos) o que demonstra que do ponto visto económico não há limitações em utilizar estas culturas, sendo que o pimentão foi aquele que apresentou maior margem bruta. Tal situação deve-se ao facto de ser uma das culturas com menores custos de produção e de ser vendido a um preço superior em relação às demais culturas.

No perímetro de rega haverá dois períodos do ano com maior número de culturas no terreno e consequente maior área para regar e maior consumo de água: de Novembro a Fevereiro e de Março a Junho.

As necessidades de rega das culturas não foram significativamente diferentes nos 3 cenários, a diferença maior será na quantidade de água armazenada em cada um dos cenários.

A elaboração deste trabalho deparou-se com uma insuficiência de dados, o que não permitiu uma aproximação melhor da realidade. Daí que esta proposta, no futuro, precise de ser confrontada com questões práticas, nomeadamente no que toca ao cálculo da margem bruta, devido a oscilações dos preços, no que toca a simulação da albufeira

devido à grande variabilidade climática. os valores apresentados neste trabalho para a gestão permitem apenas ter uma ideia de como a rega deve ser gerida.

Para uma boa gestão deste perímetro é fundamental que os agricultores venham a criar associações de regantes e possam dispor do necessário apoio técnico. Como ponto de partida haverá que criar uma entidade que fique responsável pela gestão do perímetro ou, eventualmente, devendo o MDR ocupar desta tarefa numa fase inicial.

A rega deficitária é uma tecnica que pode vir a ser bastante vantajosa para Cabo Verde, pelo que é muito importante que se começa a realizar estudos da rega deficitária em Cabo Verde.

7 Referências bibliográficas

Afonso, M. B., 2002. Rentabilidade Financeira de Culturas Hortícolas nos Sistemas de Rega Gota-a-gota e tradicional no Conselho de Santa Cruz. Relatório para obtenção do grau de Bacharel em Produção e Protecção das Culturas. INIDA, Cabo Verde.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, Italy, pp. 96-300.

Almeida. D., 2006 a. Manual de Culturas Hortícolas. Vol. 1 Lisboa

Almeida. D., 2006 b. Manual de Culturas Hortícolas. Vol. 2 Lisboa

Aly de Pina, A. P., 2009 A Experiência Cabo-verdiana como Instrumento de Gestão das Bacias Hidrográficas Mosteiros, Ribeira do Paul e Ribeira Fajã servindo de Apoio à Agricultura Irrigada. 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, Praia, pp.16.

Borges, A. P., Ferreira, A. G., 1991. As Galerias drenantes no contexto da exploração de águas subterrâneas em Cabo Verde 3^{as} jornadas de Engenharia de Países de Língua Oficial Portuguesa, Praia Cabo Verde, pp 11- 20.

Búrcio, A. L. Marques., 2009. Necessidades de água de rega para o perímetro norte do aproveitamento hidroagrícola do Vale da Vilariça. Estudo de base para a sua estimativa e gestão de rega. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Agroecologia. Escola Agrária de Bragança. Bragança Portugal, p. 29.

Costa, J. B., 1973. Caracterização e Constituição do solo 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Diniz, A.C. Matos, G.C., 1999. Carta de Zonagem Agro-Ecológica e da Vegetação de Cabo Verde VIII-Ilha de São Nicolau. Garcia de Orta. 14: 1-54.

Doorenbos, J., Pruitt, W. O., 1977. Crop Water requirements. FAO, Irrigation and Drainage nº33; Roma.

Duarte, M.V., 2013. Novas pragas agrícolas na ilha de S. Nicolau - Cabo Verde: *Tuta absoluta* (Meryck) (lep.Gelechiidae) e *Bactrocera invadens* (Drew, Tsuruta & White)

(Dipt.:Tephritidae). Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

FAO., 2002. Deficit irrigation Practices. Andreas Phocaides, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment. *Microirrigation in young fruit-trees, Nissou, Cyprus*. Rome, pp 102.

Fereres, E. Soriano. M. A., 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No.2, pp. 147-159.

Ferrão, J. E. Mendes., 1991. O regadio como processo de aumento da produção de alimentos no PVD. Comunicação apresentada nas 3^{as} jornadas de Engenharia de Países de Língua Oficial Portuguesa, Praia Cabo Verde, pp. 81-89.

Ferreira, M. I., 2010. Curso Avançado de Uso da água e Gestão de Rega, Dois Portos Portugal.

Ibraimo, N. A.,2005. Estratégias de gestão de água em situações de suficiência e insuficiência de água para a produção de tomate e repolho no regadio de Chókwè. Tese de licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique.

INE,2010. Recenseamento Geral- População e Habitação da ilha de São Nicolau, Cabo Verde.

Inês. C. S. França., 2011. Rega deficitária em pessegueiro na Cova da Beira. Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em Fruticultura Integrada. Instituto Politécnico de Castelo Branco Escola Superior Agrária, Portugal, p. 10.

MADRR & FAO, 2009. Plano de acção para o desenvolvimento de agricultura da ilha de São Nicolau, Cabo verde.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E AGRICULTURA., 2004. Recenseamento Geral da agricultura. Dados Gerais, Cabo Verde.

Moreno, A. M. P. Barreto da Veiga, 2013. Modelação Hidrológica e de rega para condições de Escassez Visando a Gestão da Água em Santiago Cabo verde. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Engenharia dos Biosistemas, Instituto Superior De Agronomia, Lisboa.

Nunes, M.,1962 a. *Os solos da Ilha de São Nicolau (Arquipélago de Cabo Verde)*. Estudos, ensaios e documentos (94). Junta de Investigações do Ultramar. Lisboa. 108p.

Nunes, M.,1962 b. *Problemas da Ilha de S. Nicolau (Cabo Verde)*. Estudos ensaios e documentos (101). Junta de Investigação do Ultramar. Lisboa. 114p.

Oliveira, I.,1993.Técnicas de regadio. Edição1,p 41.

Oliveira, I.,2011. Técnicas de Regadio. Edição: Isaurindo Oliveira. Beja Portugal, p. 12.

Oliveira, M. A. Melo.,2002. Simulação da rega de superfície no perímetro de Bojili- Contributo para a poupança de água na bacia do Rio Amarelo. Relatório do trabalho do fim de curso em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa Portugal

PAGIRE, 2010. Plano de acção nacional para a gestão integrada dos recursos hídricos, Cabo Verde.

Pereira, L.S; Smith. M; Allen. R., 1998. Méthode pratique de calcul des besoins en eau.. In: Tiercelin.J.R (ed.),Tratié d'irrigation. Paris pp. 206-231.

Pereira. L. S., 2004. Necessidades de água e método de rega. Editor: Tito Lyon de Castro, p. 15.

Portela. M.M., 2014 Apoio às aulas de Modelação e Planeamento de Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

Raposo, J. R., 1996. A Rega dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Sabino, A. A.,1991. O aproveitamento Hidroagrícola e os impactos dos projectos de conservação do solo e água. Sugestões e alternativas de viabilização da agricultura do regadio em Cabo Verde. 3^{as} jornadas de Engenharia de Países de Língua Oficial Portuguesa, Praia Cabo Verde, pp 54- 77.

Shahidian, S.,2012 Gestão da água no Regadio, Universidade de Évora.

Shahidian. S; Serralheiro. R. P; Serrano. J; Teixeira. J.L., 2013. Parametric Calibration of the Hargreaves-Samani equation for use at new locations. Hydrological Processes, 27, pp 605-616.

Silva, J. H. Correia., 2009 Importância da horticultura para a segurança alimentar em Cabo Verde. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia Universidade de Lisboa. Lisboa Portugal, p. 65.

Sousa. P. L. & Pereira. L. S., 1991. Impactos da qualidade de nivelação do terreno sobre os resultados da rega por canteiros de nível. Comunicações apresentadas nas 3^{as} jornadas de Engenharia de Países de Língua Oficial Portuguesa, Praia, Cabo Verde pp 43-53.

Sousa. P.L.,1990. Modelação e gestão em rega por canteiros do nível. Dissertação de doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Lisboa.

Sousa. P.L.,1993. Métodos de rega em condições de escassez de água na Guiné-Bissau. Série de divulgação nº 2, Lisboa.

Teixeira. J. L., Pereira. L.S., 1992. ISAREG - *An Irrigation Scheduling Model*, ICID Bulletin, 41 (2):29-48.

Teixeira.J.,1991. Manual de ISAREG. Programa para simular a rega, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Lisboa.

Thomas J. Trout & Walter C. Bausch, 2012. Water production functions for central Plains crops In Annual Central Plains Irrigation Conference, Colby, Kansas.

Ticiania, M. C. S., 2006. Escoamento superficial, acedido em http://www.barramentos.ufc.br/Hometiciana/Arquivos/Graduacao/Apostila_Hidrologia_grad/ 02/09/2015

TPF PLANEGE & AGRO GES., 2014. Estudos e projectos de aproveitamento agrícola nas áreas de influência das barragens de Salineiro, Faveta, Saquinho, Figueira Gorda, Canto Cagarra e Banca Furada.

Trout. 2010., Does Deficit Irrigation give more Crops per Drop? In 22ndAnnual Central Plains Irrigation Conference, Keamey, NE.

YARON, B. DANFORS, S. E e VANDIA, Y., 1969.- Irrigation in Arid Zones. Lectures for Scandinavian Water Specialists. Draft Edition. Bet Dagan, Israel.

Bibliografia electrónica:

www.google.pt/search?q=folha8:Cabo+Verde&espv acedido em 23/05/2015

Anexos

Anexo 1 Estrutura do inquérito

Inquérito Nº _____

Nome: _____ idade: _____

Sexo _____

Localidade _____

Data: ____/____/____

Quadro1: Caracterização do agricultor: experiência, conhecimento

E escolaridade máxima _____	Há quantos anos trabalha na agricultura _____	Beneficiou de alguma formação por parte do MDR ou alguma ONG. (S/N) ____ Que tipo? _____	Com que culturas que sente mais a vontade para trabalhar? _____	Pertence a alguma associação de agricultores ou cooperativa (S/N)_____ O nome? _____	Dispõem de algum apoio técnico (S/N) ____ Quais? _____	Tem algum crédito (S/N) ____ Qual? _____
--------------------------------	--	---	--	--	---	---

Quadro2: Caracterização da exploração: Parcelas, área, mão -de- obra e equipamentos

Número total das parcelas agrícolas	Área total da exploração	Área de regadio	Nº de parcelas dedicado a regadio	Equipamentos agrícolas			Mão de-obra			
				Quais	Aonde os adquiriu	Custo	Familiar	%	Assalariado	%

Quadro 3: Caracterização das parcelas dedicadas a regadio: Culturas, época de sementeira, semente, adubos, produção, rega e custos

Número	Área (m2 ou ha)	Culturas		Produção	Sistema de rega		Quantidade de água Que gasta na rega		Tempo de rega	Água Preço	Semente/ plantas			Tratamento fitossanitário		Adubos químicos e/ou estrume			Custo de mão de-obra	Custos totais
		Época Seca	Época da chuva		Tradicional	Gota-a-gota	Época Seca	Época da chuva			Origem	Quantidade	Custo	Quais?	Custo	Tipo	Quantidade	Preço		

Quadro 4:Mercado

Produto	Destino				Para onde vende		Preço / kg
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			
	Autoconsumo	<input type="text"/>	Venda	<input type="text"/>			

Quadro 5: Origens do rendimento do produtor

				Principal
Venda de produtos				
Remessa dos emigrantes				
Pensões		De quem?		
Salário agrícola		De quem?		
Salario não agrícola		De quem?		
Outras fontes.		Quais?		

Quadro 6: Decisão

Como decide?	Cultura	Sementes	Fitofármacos	Adubos/ estrumes	Rega
Com base na experiencia					
Segue o vizinho					
Apoio técnico de MDR					
Apoio técnico de ONG					
Apoio técnico das Casas comercia					
Segue a tendência do mercado					
Apoio da associação de produtores/ cooperativa					

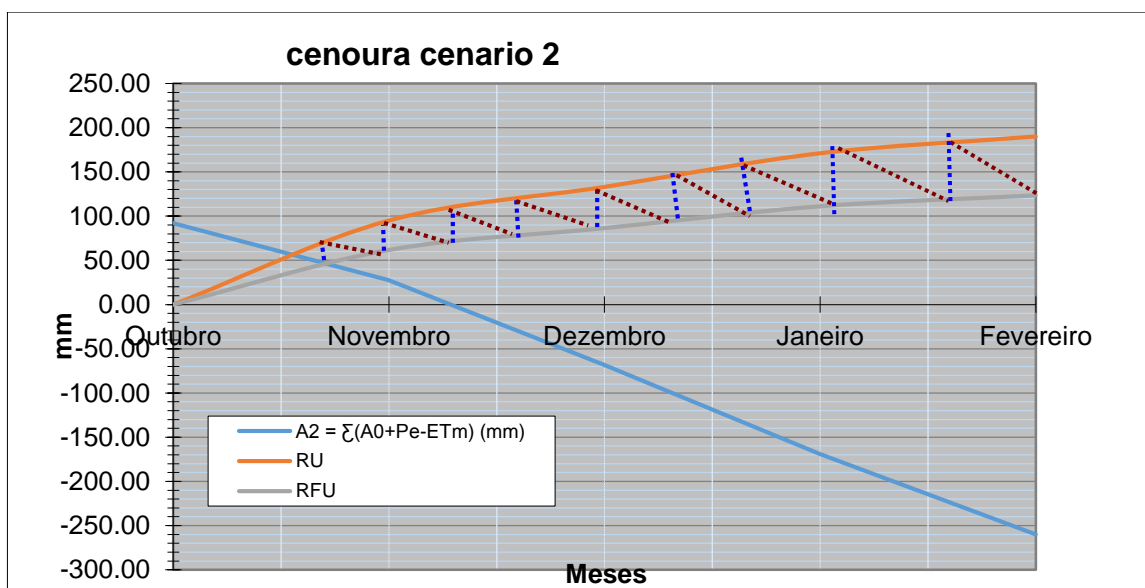
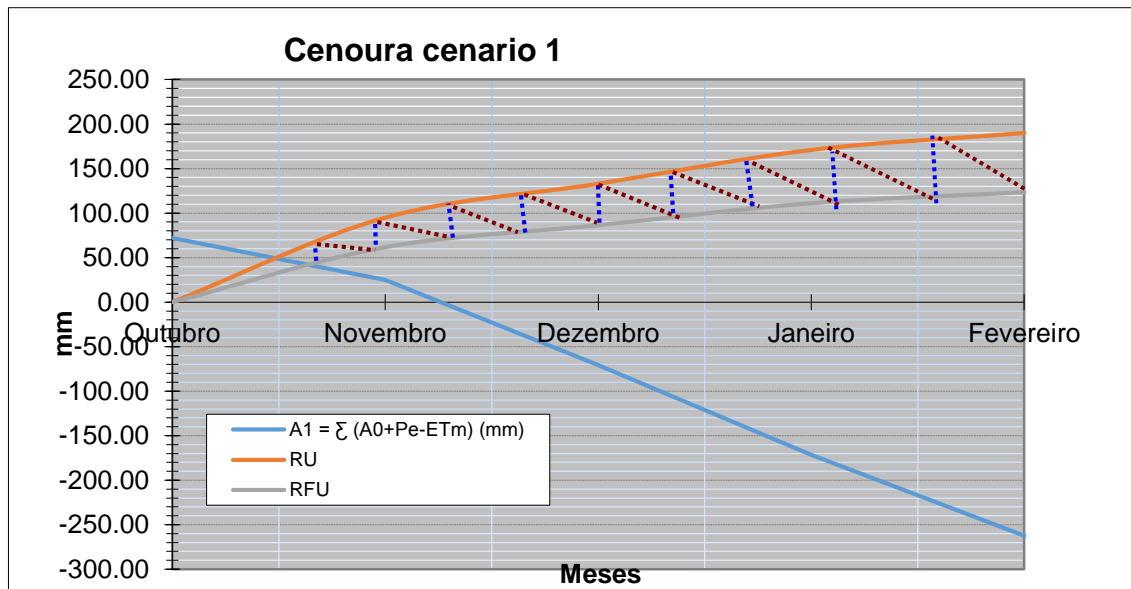
Anexo 2 Evapotranspiração de referência

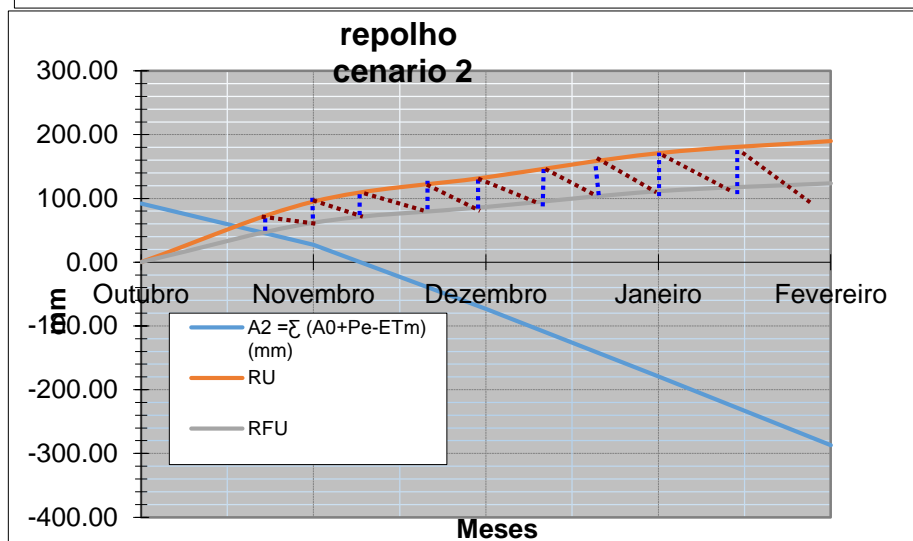
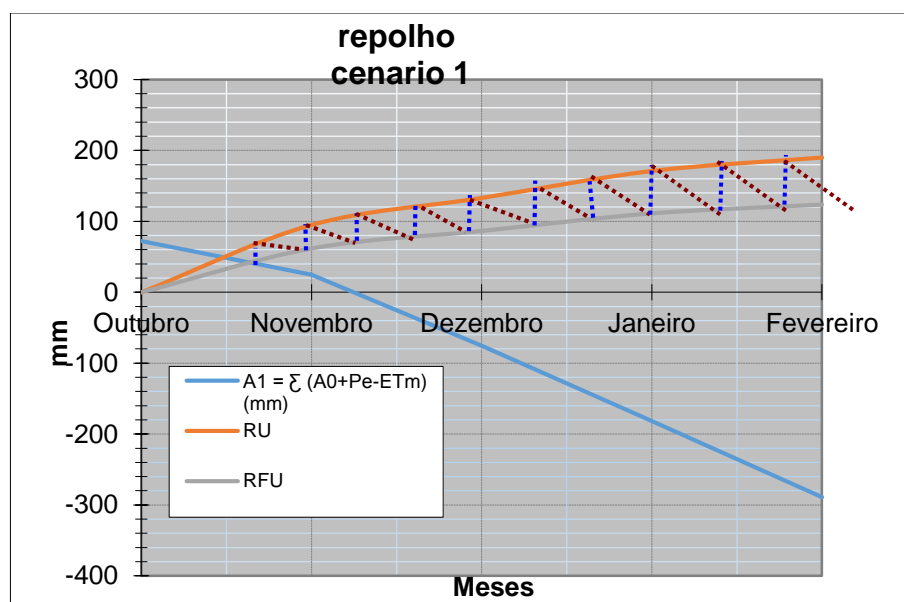
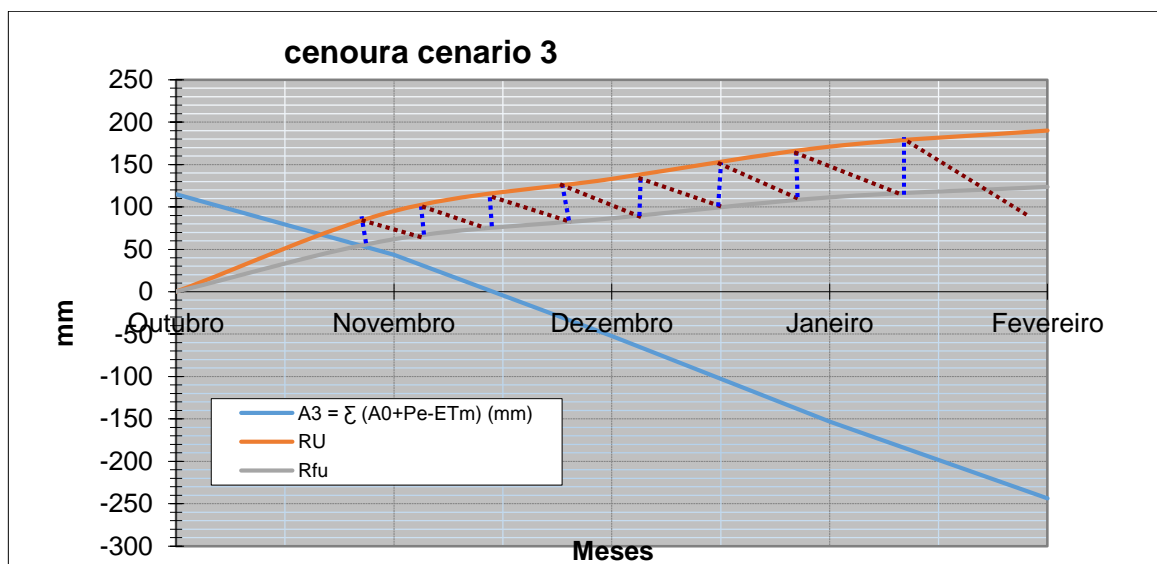
Cálculo (evapotranspiração de referencia (ET0))					
	°C	°C	Mj /dia	mm/dia	mm/dia
Mês	T (Max)	T (min)	Ra	Et0 Hargreaves	Et0 (calibrado)
Janeiro	24,2	19,8	28,61	2,74	3,26
Fevereiro	24,2	19,1	32,07	3,29	4,05
Março	24,9	19,5	35,56	3,82	4,83
Abril	25,2	19,9	38,07	4,09	5,23
Maiο	25,6	20,7	38,79	4,07	5,19
Junho	26,2	21,5	38,75	4,05	5,17
Julho	27,1	22,6	38,62	4,06	5,18
Agosto	28	23,8	38,13	3,97	5,06
Setembro	28,7	21,1	36,31	5,03	6,61
Outubro	28,7	21,1	33,00	4,57	5,93
Novembro	27,2	22,9	29,34	3,03	3,67
Dezembro	25,1	21	27,58	2,63	3,08

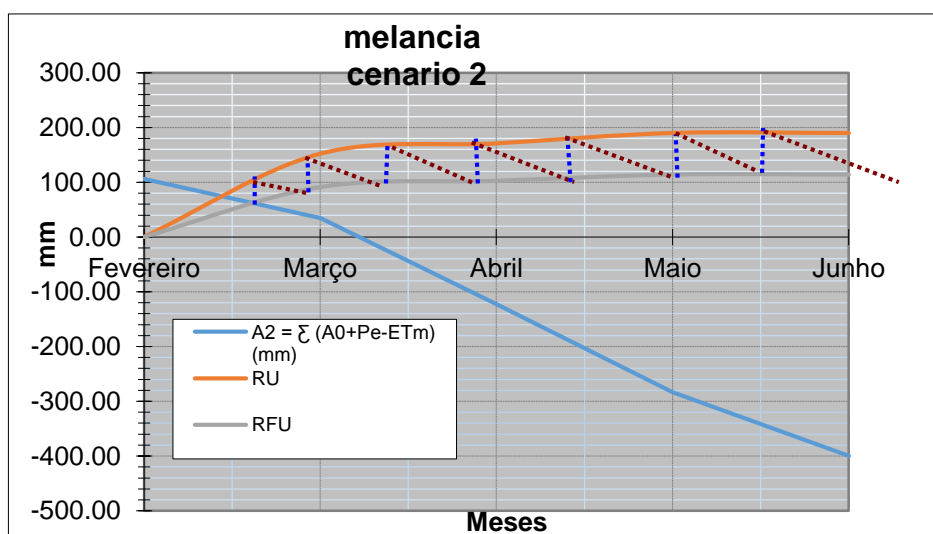
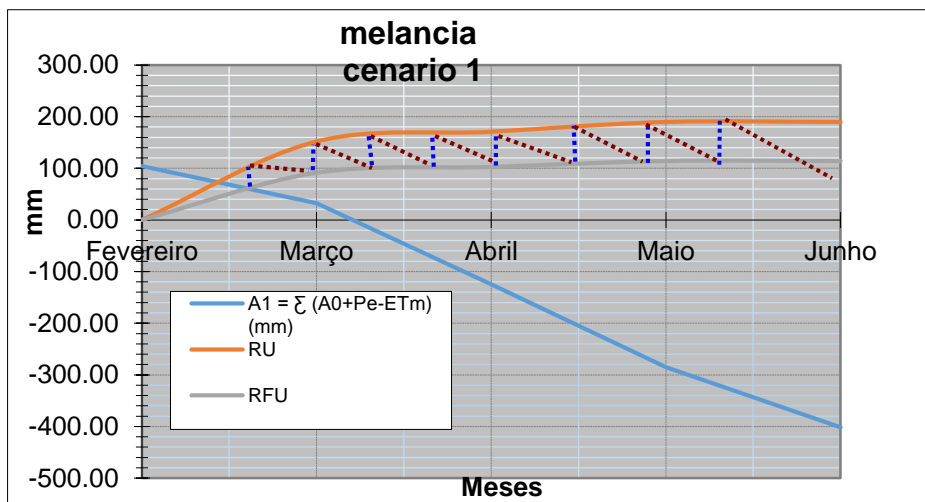
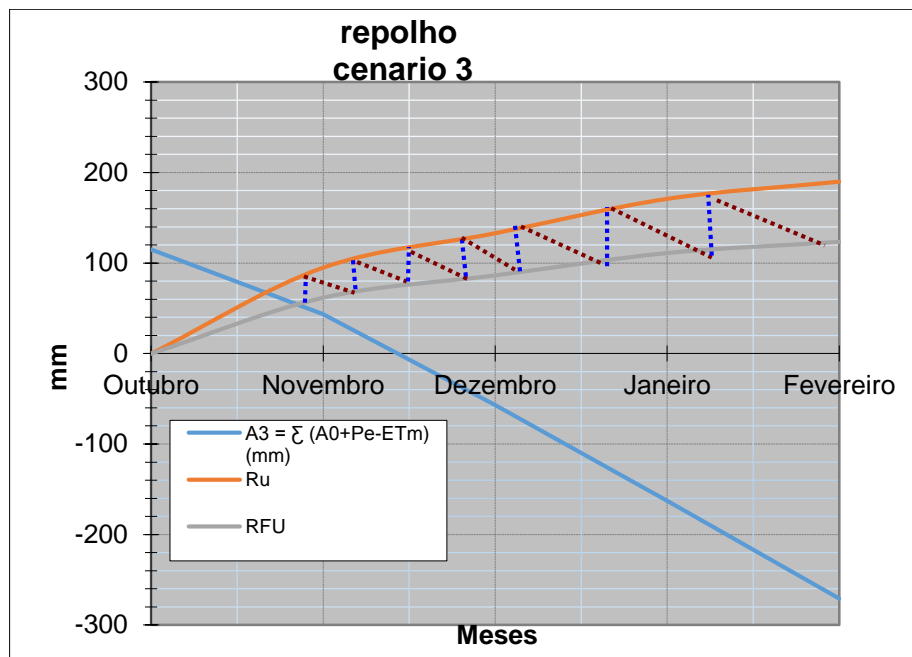
Anexo 3 Quadro do Balanço Hídrico para a cultura da cenoura

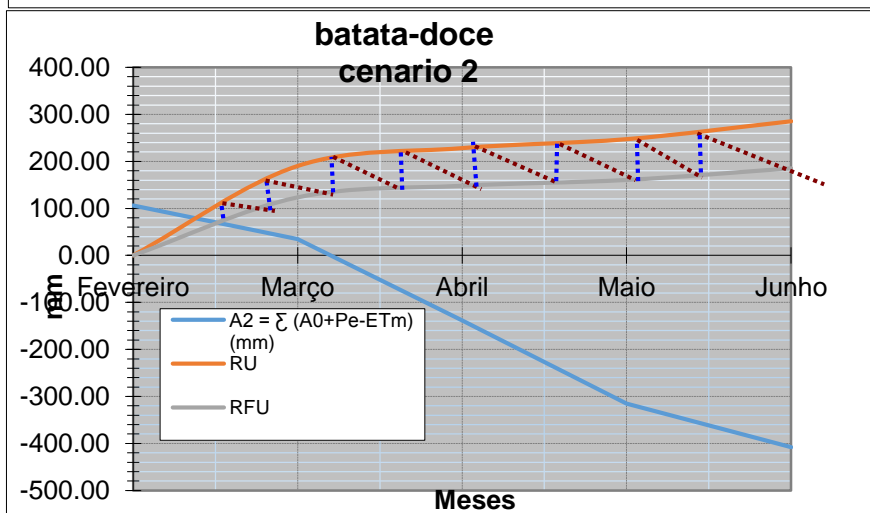
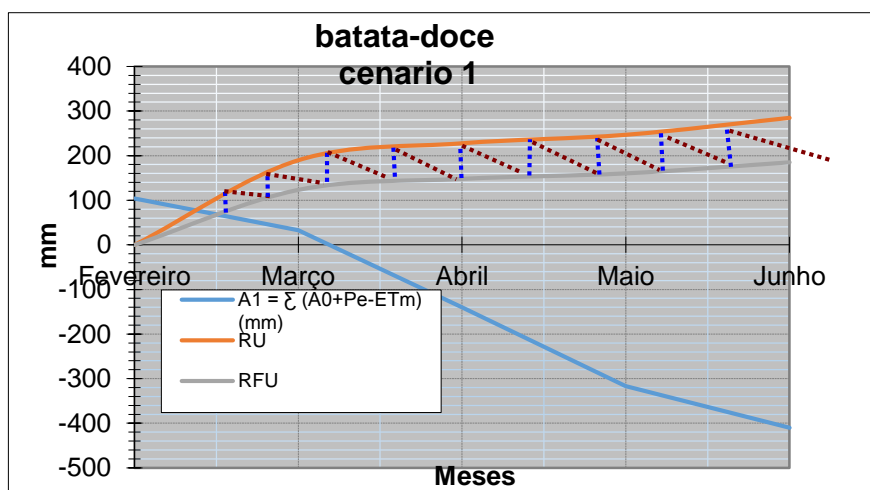
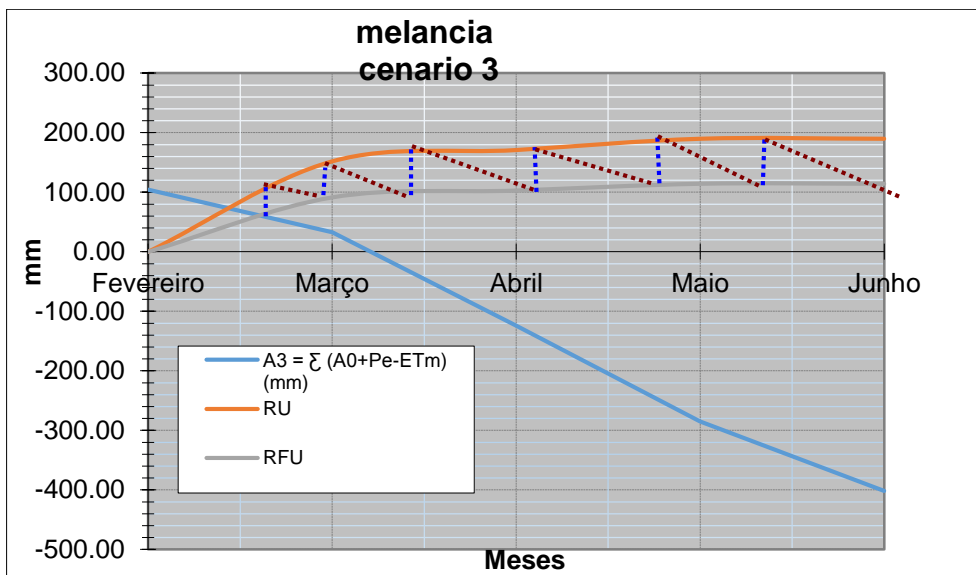
Mês	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
P1 (mm)		37,9	0	0	0
P2 (mm)		6,90	7,30	5,00	2,20
P3 (mm)		0	0	0	0
Pe1 (mm)		24,44	0,00	0,00	0,00
Pe2 (mm)		6,89	0,00	0,00	0,00
Pe3 (mm)		0,00	0,00	0,00	0,00
ET0) (mm)		110,04	95,60	100,91	113,51
Kc		0,65	1	1,00	0,80
ETm = ET0 Kc (mm)		71,52	95,60	100,91	90,81
Pe1 - ETm (mm)		-47,08	-95,60	-100,91	-90,81
Pe2 - ETm (mm)		-64,64	-95,60	-100,91	-90,81
Pe3 - ETm (mm)		-71,52	-95,60	-100,91	-90,81
A1 = S (A0+Pe-ETm) (mm)	72	24,92	-70,69	-171,59	-262,40
A2 = S (A0+Pe-ETm) (mm)	92,00	27,36	-68,24	-169,15	-259,96
A3 = S (A0+Pe-ETm) (mm)	115	43,48	-52,13	-153,03	-243,84
Z (m)		0,5	0,7	0,9	1
ud (mm/m)		190	190	190	190
U = zud (mm)	0	95	133	171	190
p		0,35	0,35	0,35	0,35
Ac = (1-p) U (mm)	0	61,75	86,45	111,15	123,5
Nºde regas cenário 1		3	3	2	1
Dotações úteis (mm)		25	40	50	70
		30	50	65	
		40	50		
Nºde regas cenário 2		3	3	2	1
Dotações úteis (mm)		20	35	60	65
		30	46	65	
		40	45		
Nºde regas cenário 3		3	3	2	
Dotações úteis (mm)		30	45	55	
		25	45	60	
		25	50		

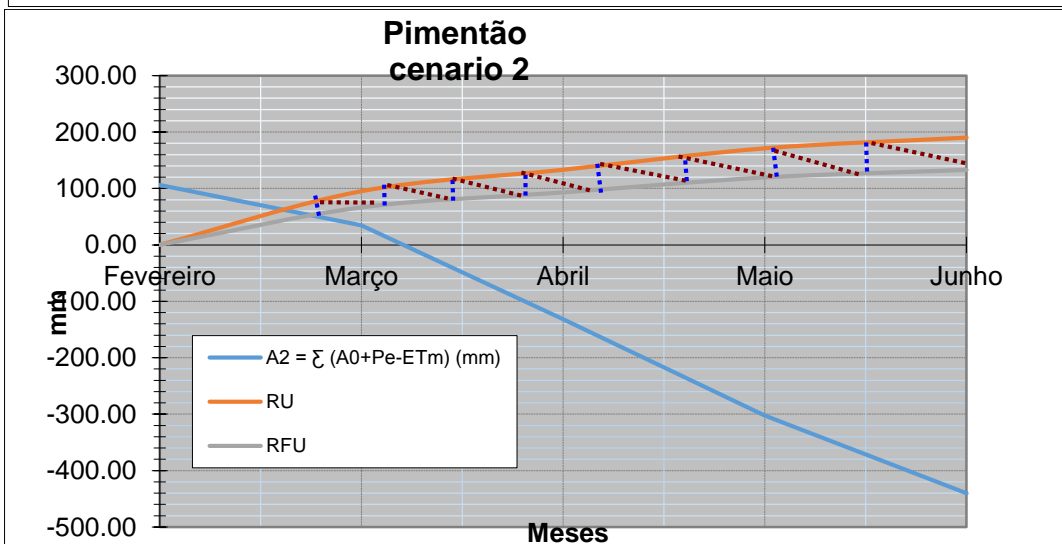
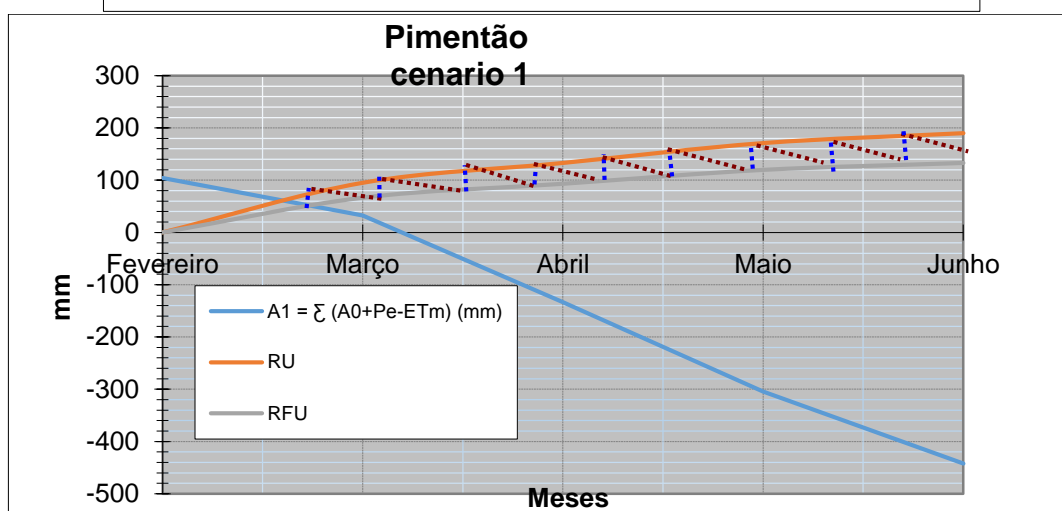
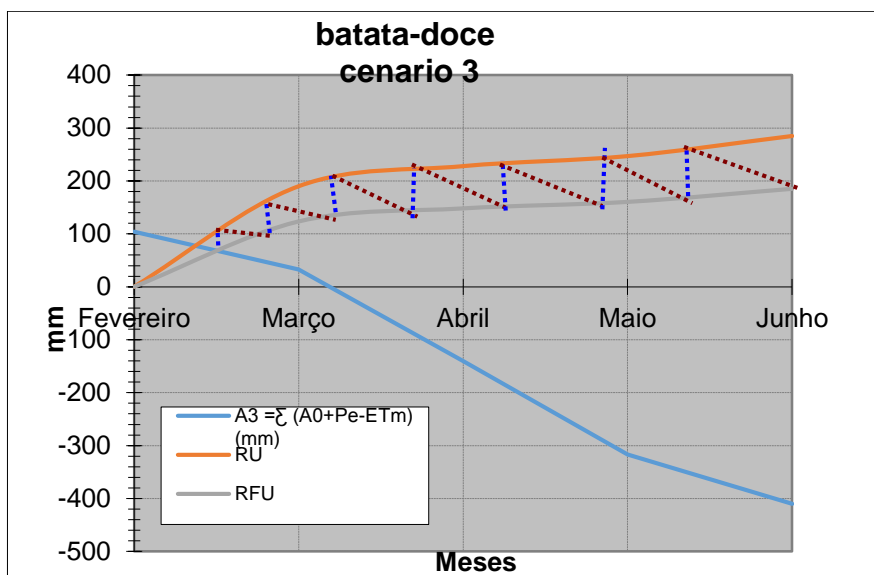
Anexo 4 Gráficos dos Balanços Hídricos

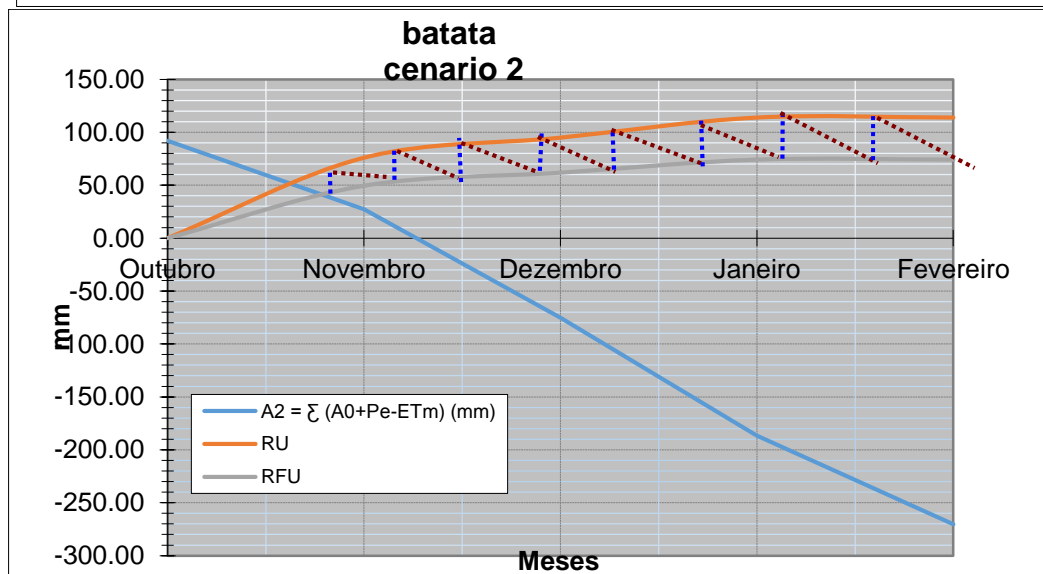
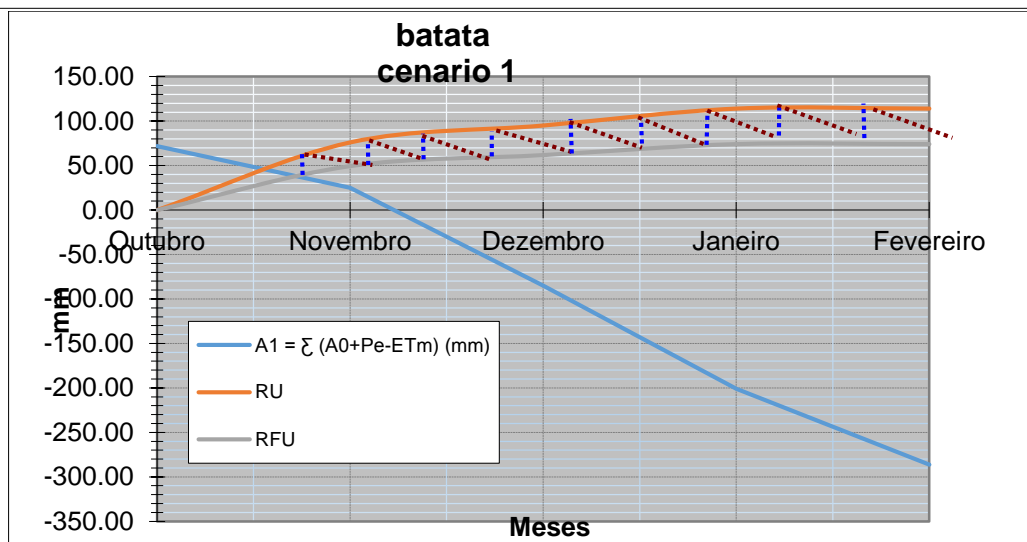
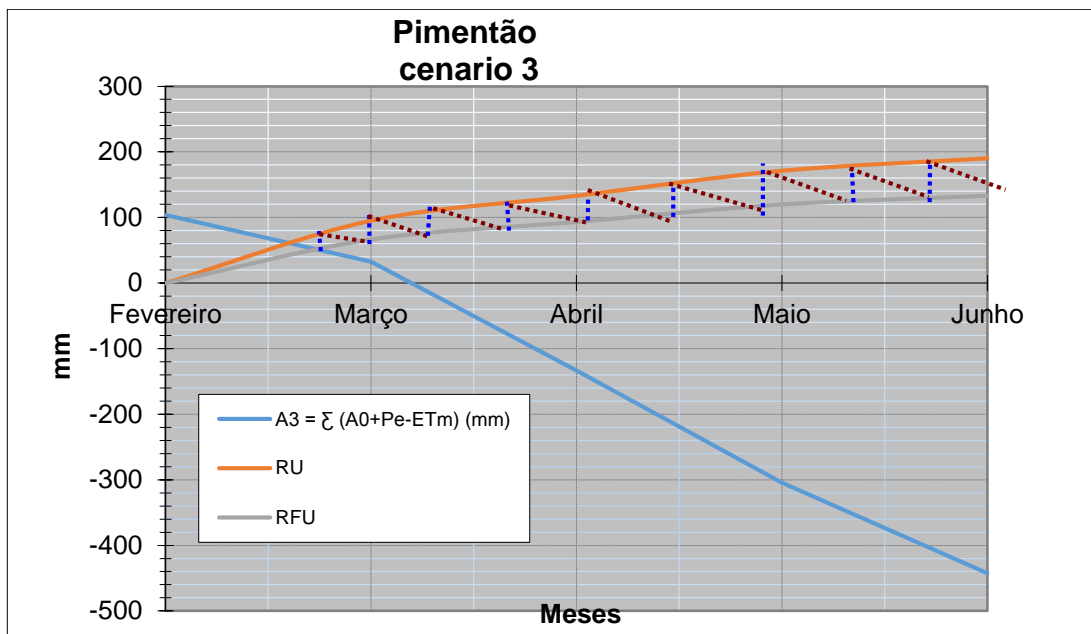


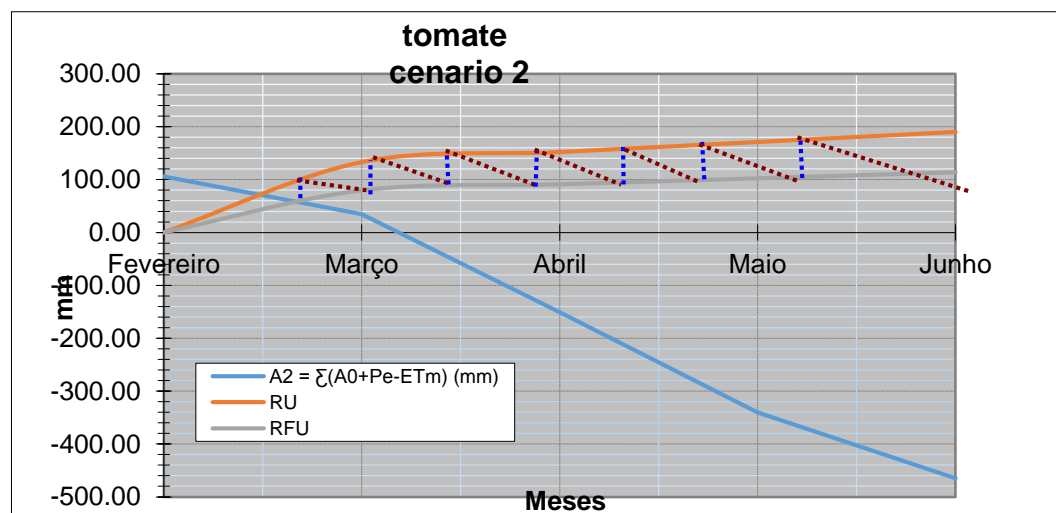
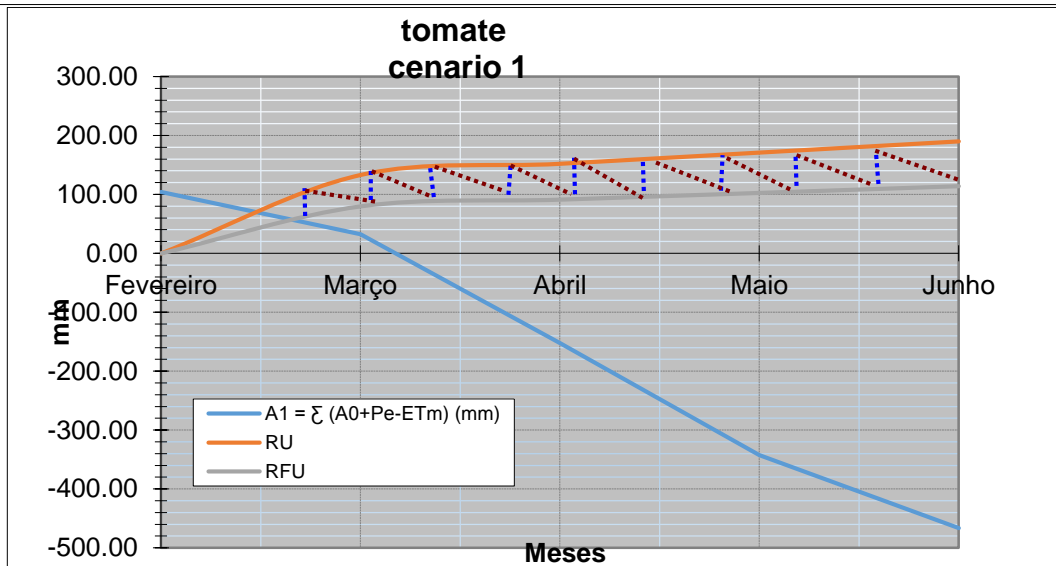
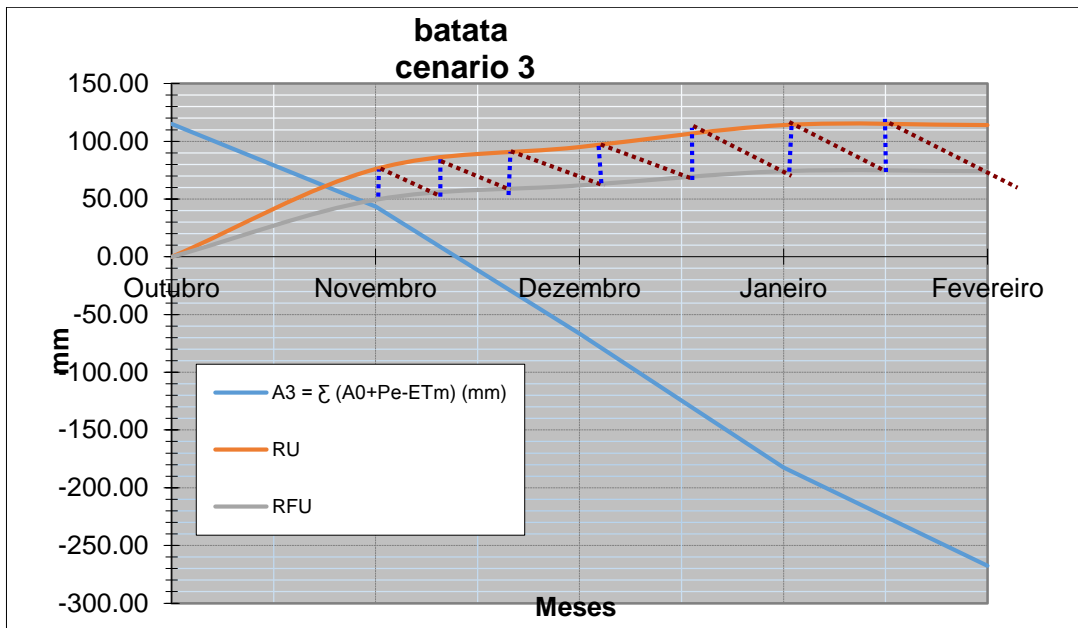


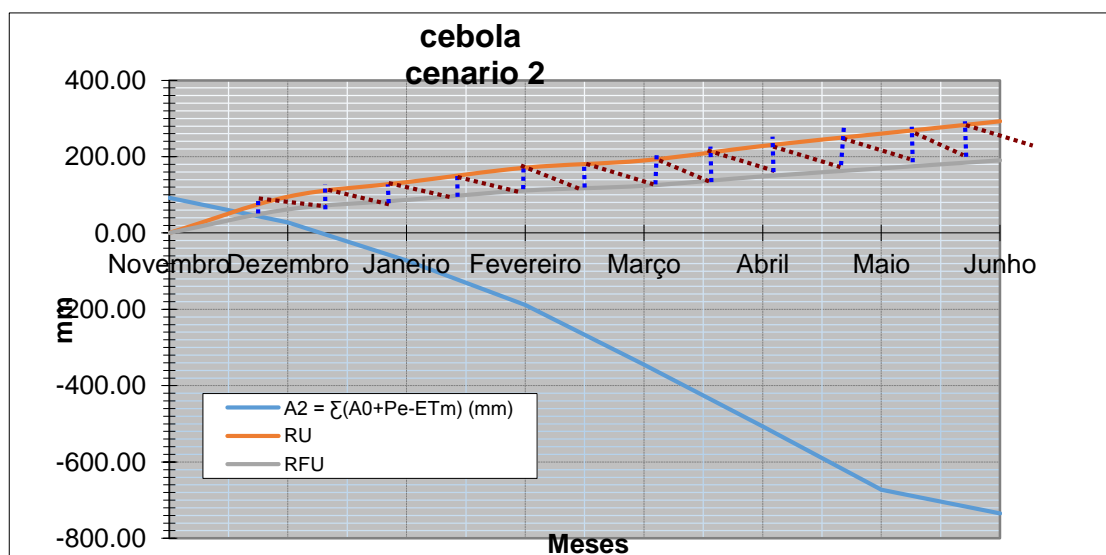
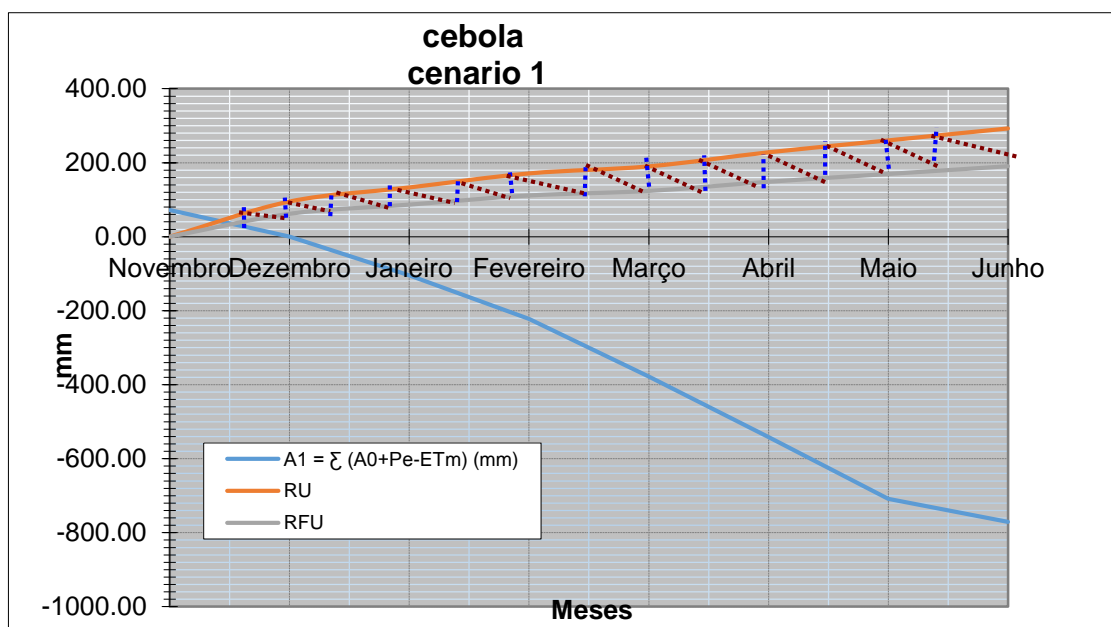
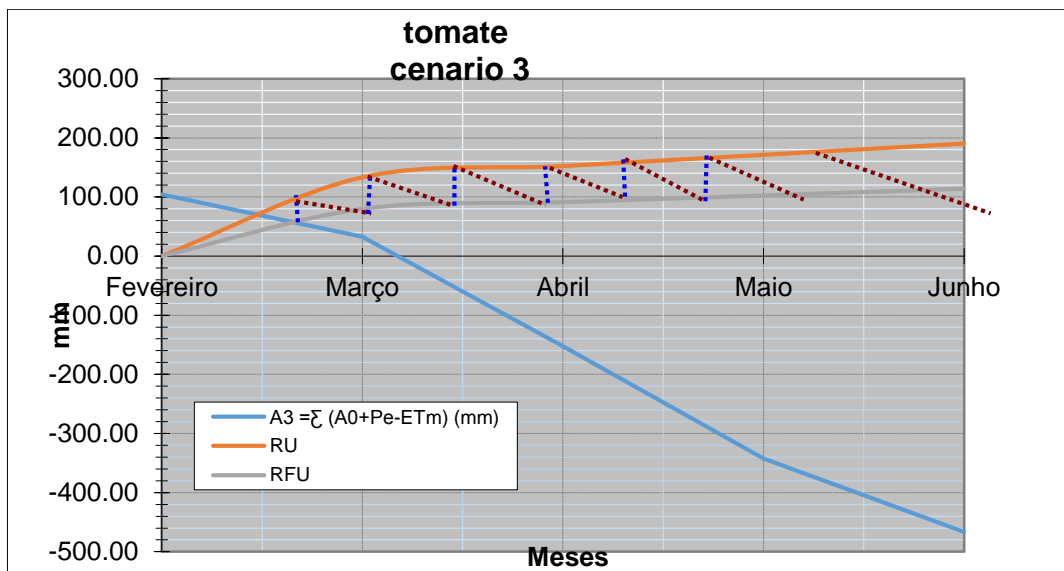


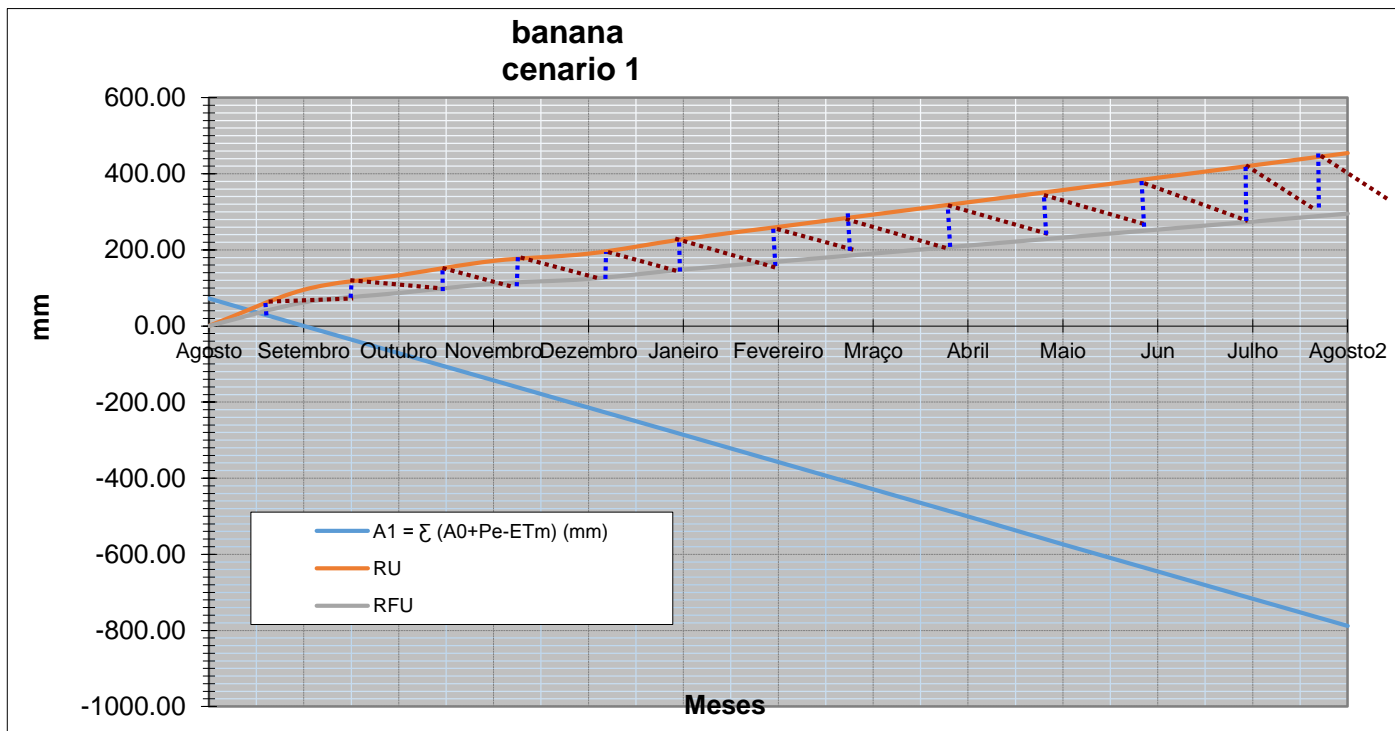
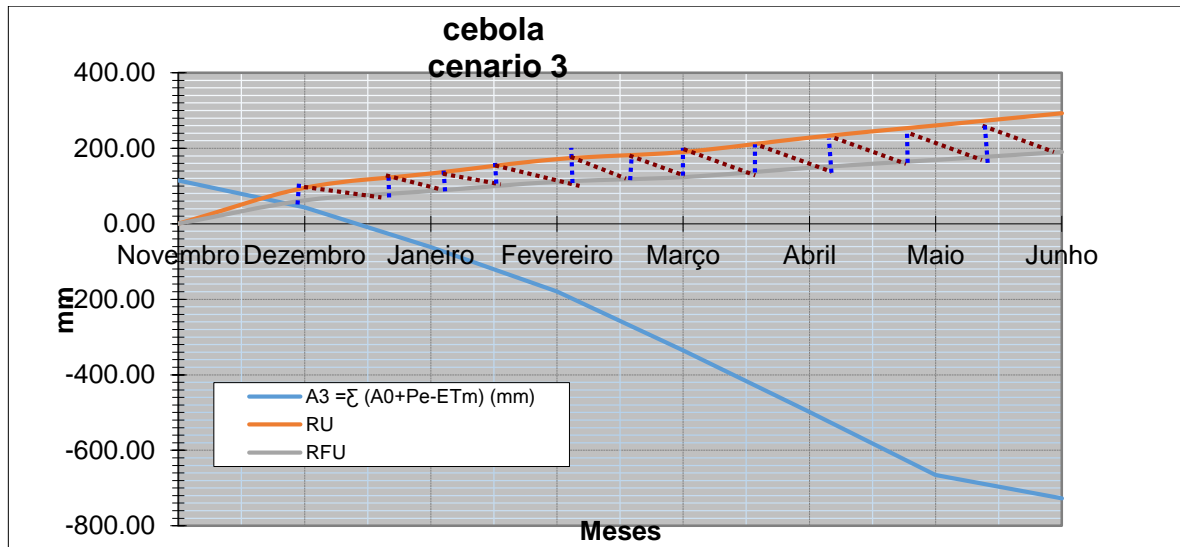




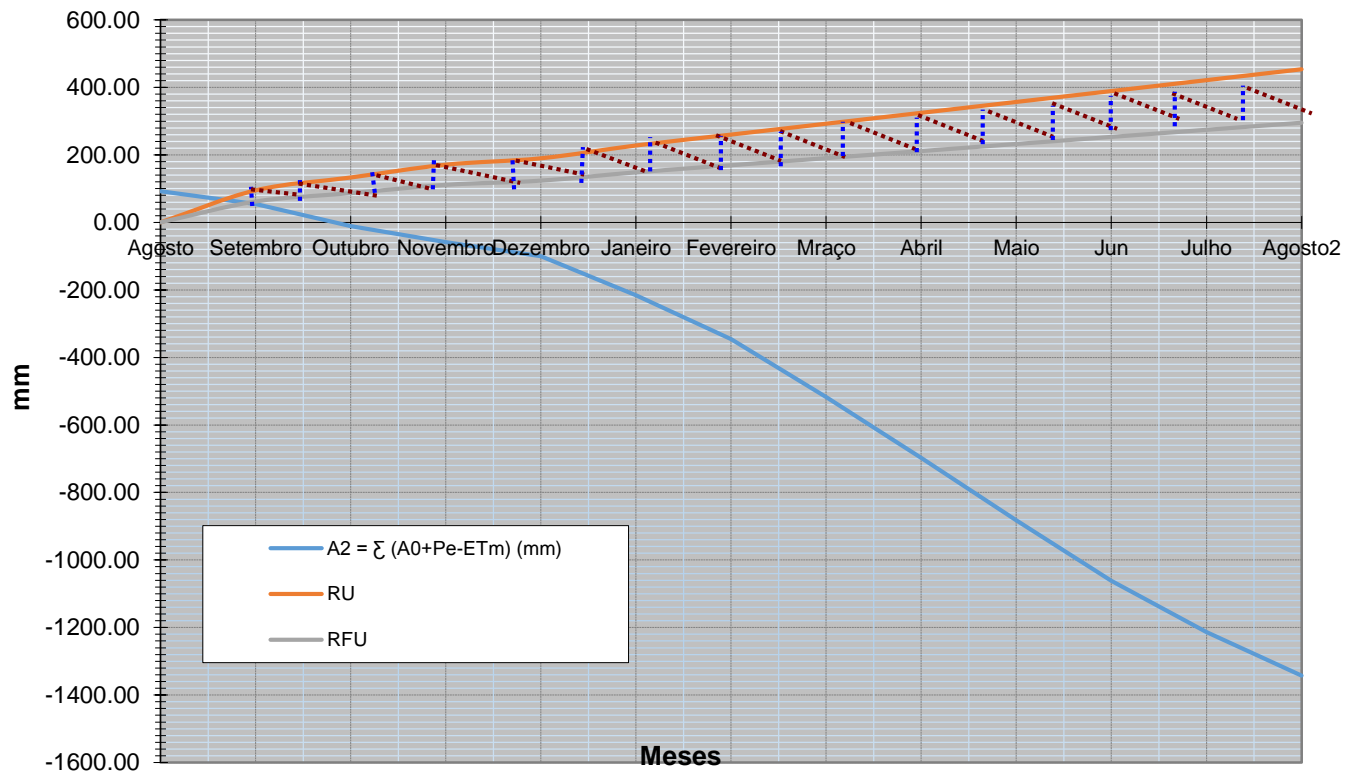




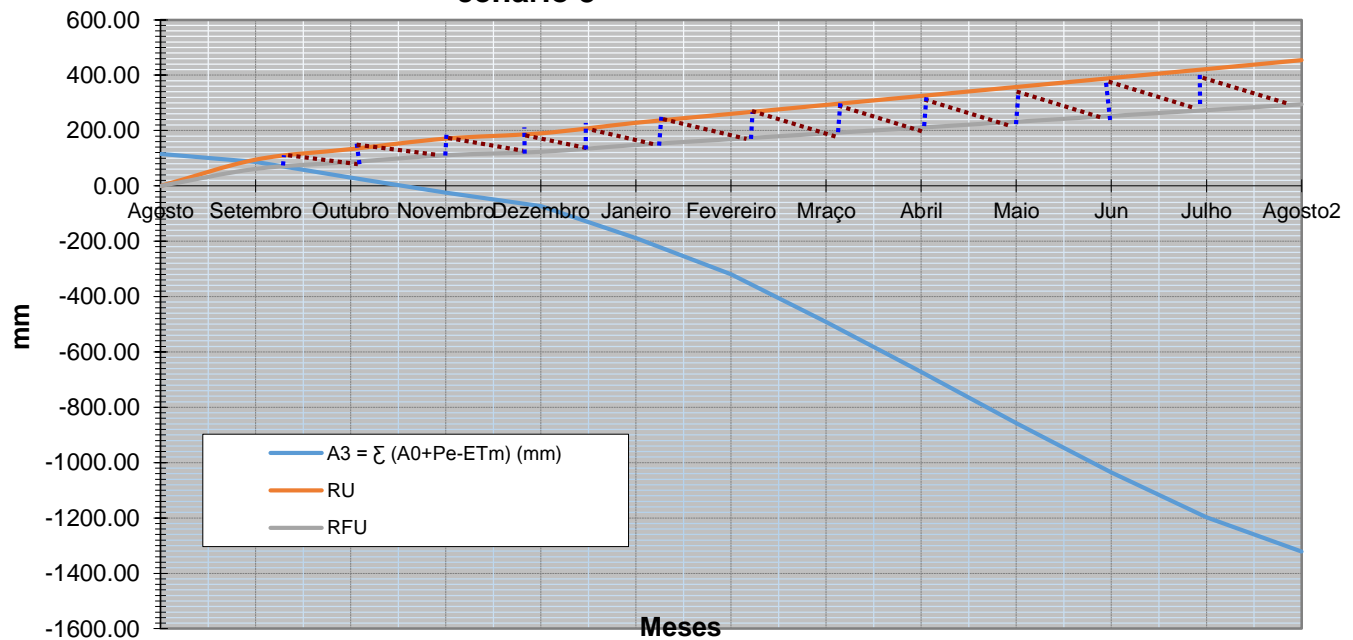


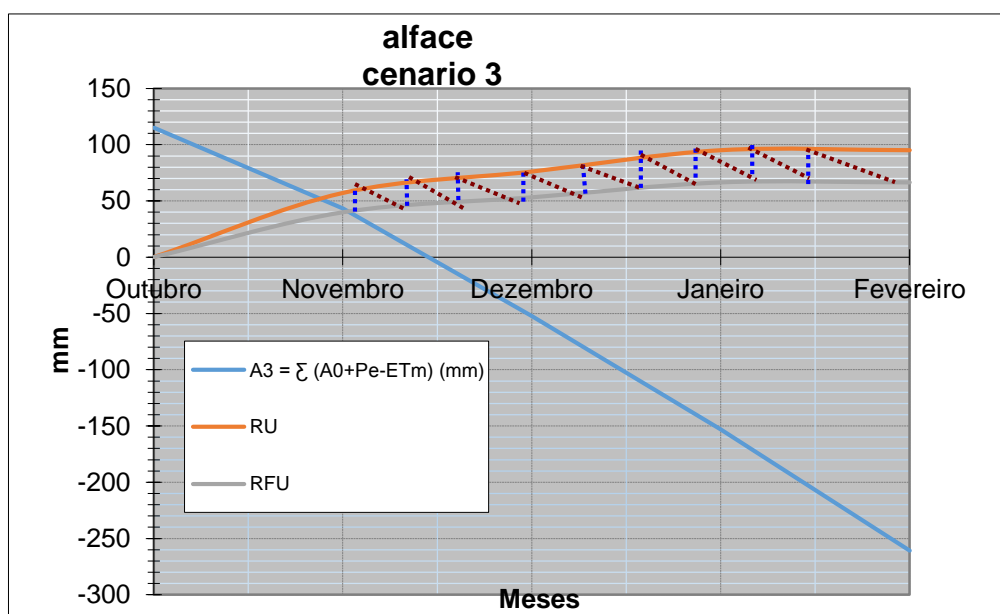
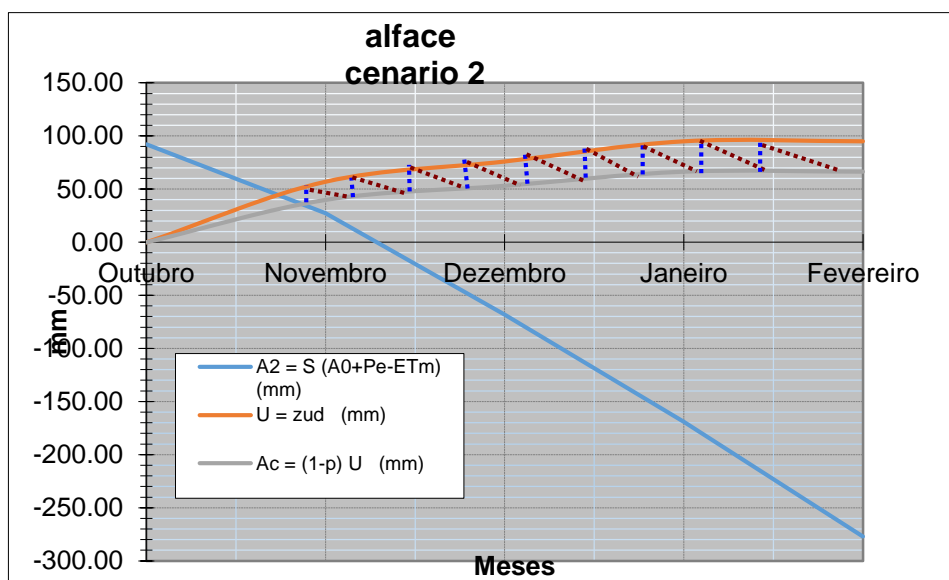
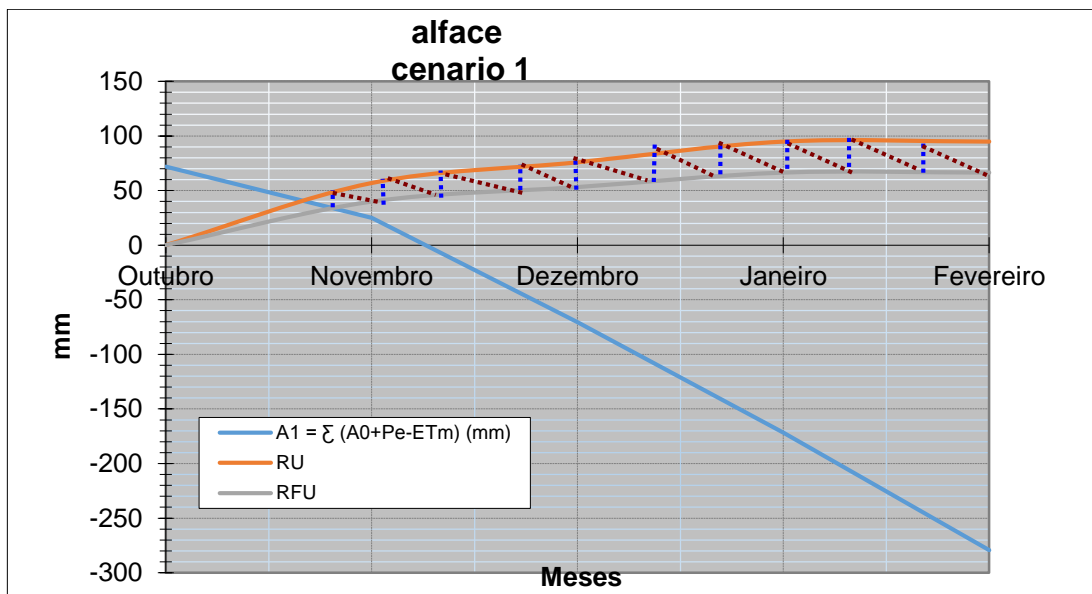


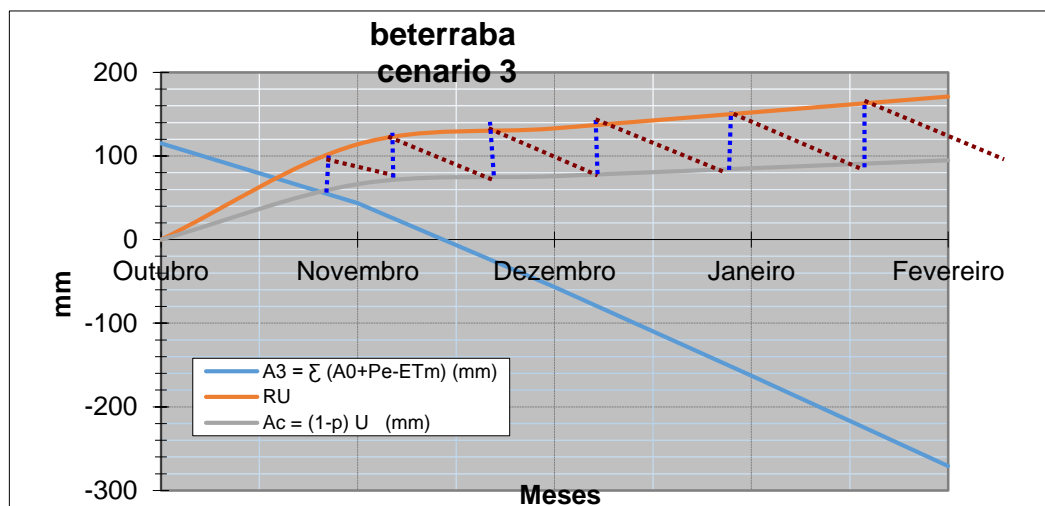
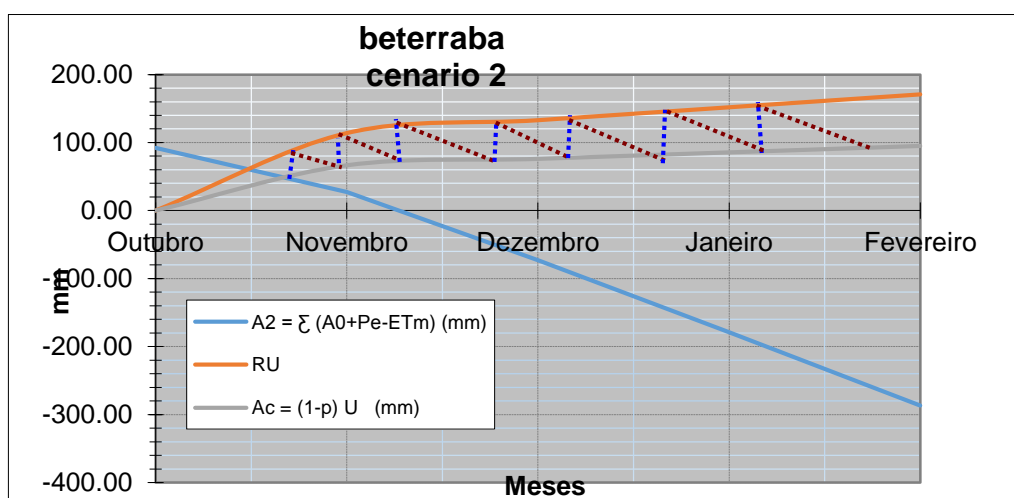
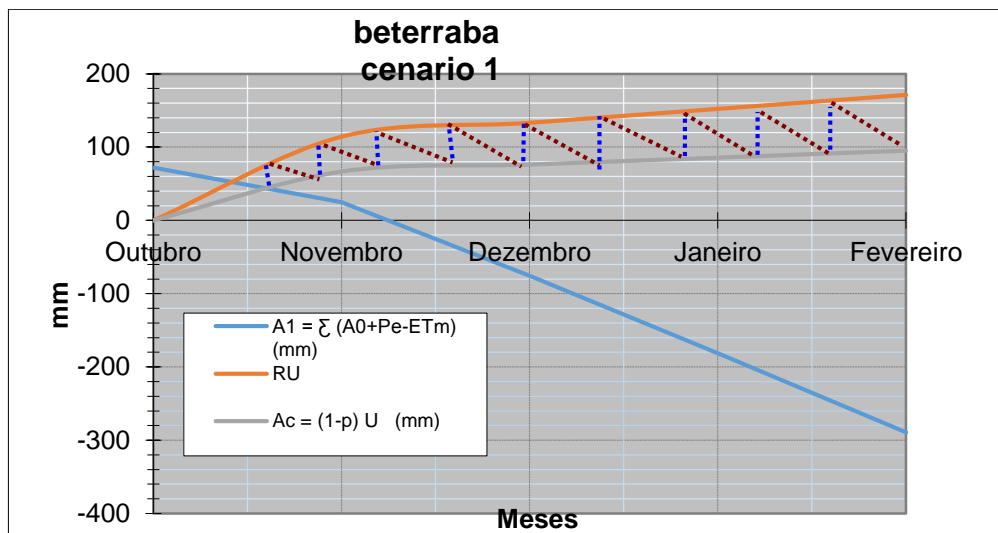
**banana
cenario 2**

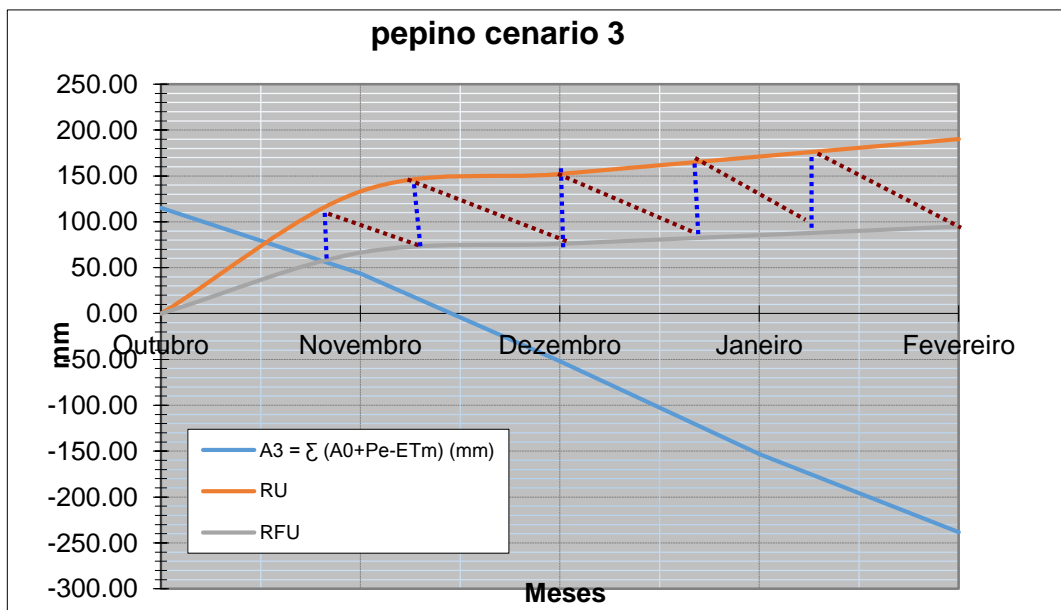
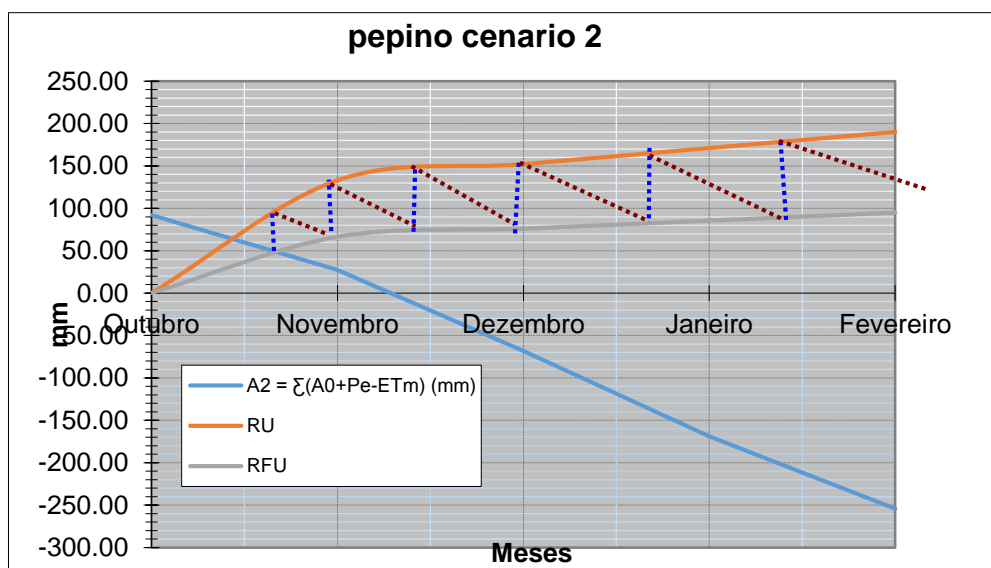
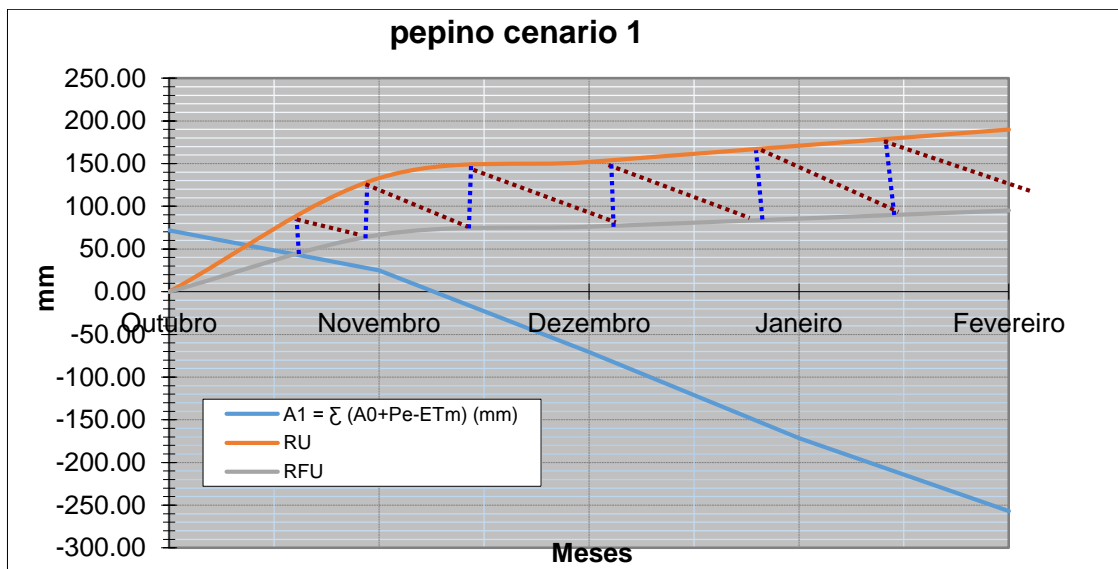


**banana
cenario 3**









Anexo 5 Dados utilizados para a simulação de exploração da albufeira

Curvas das áreas inundadas e do volume armazenado

ALBUFEIRA DE BANCA FURADA

Cota ao NPA. 280,0

Cota ao NmE. 257,0

Cota [m]	Área [ha]	Volume útil [dam ³]
249,5	0,0	0,0
250,0	0,0	0,0
251,0	0,0	0,1
252,0	0,0	0,3
253,0	0,1	0,7
254,0	0,1	1,3
255,0	0,1	2,3
256,0	0,1	3,6
257,0	0,7	7,4
258,0	0,7	14,3
259,0	0,7	21,5
260,0	0,8	29,1
261,0	0,8	37,1
262,0	0,8	45,4
263,0	0,9	54,0
264,0	1,0	63,1
265,0	1,0	72,9
266,0	1,0	83,0
267,0	1,1	93,6
268,0	1,2	104,8
269,0	1,2	116,7
270,0	1,3	129,3
271,0	1,4238	142,853
272,0	1,4956	157,449
273,0	1,564	172,745
274,0	1,629	188,709
275,0	1,6932	205,319
276,0	1,7627	222,597
277,0	1,843	240,625
278,0	1,9558	259,616
279,0	2,0555	279,671
280,0	2,1661	300,777
281,0	2,276	322,985
282,0	2,3891	346,308
283,0	2,5243	370,872
284,0	2,6667	396,824

Evaporação (mm) da ilha de Santiago

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151,84	377,62	24,79	0,00	45,64
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,23	185,85	37,30	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,53	66,92	160,83	102,03	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	145,04	249,48	0,00	0,00	0,00
1998	0,00	0,00	12,73	105,10	0,00	0,00	5,05	48,71	313,99	0,00	0,00	0,00
1999	32,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,18	264,18	171,81	268,57	58,80	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,96	24,14	206,91	260,23	31,38	0,00
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	326,28	65,17	0,00	48,49	0,00
2002	75,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,08	297,53	378,50	0,00	0,00
2003	16,02	0,00	1,32	10,53	0,00	1,10	19,31	166,76	188,48	93,25	13,82	8,34
2004	16,02	0,00	1,32	10,53	0,00	1,10	19,31	166,76	188,48	93,25	13,82	8,34
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,55	333,52	36,64	0,00	0,00	0,00
2006	14,70	0,00	1,10	9,65	0,00	0,88	19,09	179,70	176,85	86,01	12,73	7,68
2007	14,70	0,00	1,10	9,65	0,00	0,88	19,09	179,70	176,85	86,01	12,73	7,68
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,59	129,46	120,68	495,89	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151,18	1298,09	216,13	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	175,54	346,68	395,83	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,02	0,00	240,26	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,24	189,14	0,00	0,00	0,00
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,46	199,89	0,00	0,00	0,00

Precipitação (mm) registrada no posto de Morreomem

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	0	0	0	0	0	0	0	69,2	172,1	11,3	0,0	20,8
1995	0	0	0	0	0	0	11,5	84,7	17	0,0	0,0	0,0
1996	0	0	0	0	0	4,8	30,5	73,3	46,5	0,0	0,0	0,0
1997	0	0	0	0	0	0	0	66,1	113,7	0,0	0,0	0,0
1998	0	0	5,8	47,9	0	0	2,3	22,2	143,1	0,0	0,0	0,0
1999	14,8	0	0	0	0	0	21,5	120,4	78,3	122,4	26,8	0,0
2000	0	0	0	0	0	0	13,2	11	94,3	118,6	14,3	0,0
2001	0	0	0	0	0	0	0	148,7	29,7	0,0	22,1	0,0
2002	34,5	0	0	0	0	0	0	48,8	135,6	172,5	0,0	0,0
2003	7,3	0	0,6	4,8	0	0,5	8,8	76	85,9	42,5	6,3	3,8
2004	7,3	0	0,6	4,8	0	0,5	8,8	76	85,9	42,5	6,3	3,8
2005	0	0	0	0	0	0	8	152	16,7	0,0	0,0	0,0
2006	6,7	0	0,5	4,4	0	0,4	8,7	81,9	80,6	39,2	5,8	3,5
2007	6,7	0	0,5	4,4	0	0,4	8,7	81,9	80,6	39,2	5,8	3,5
2008	0	0	0	0	0	0	70	59	55	226,0	0,0	0,0
2009	0	0	0	0	0	0	0	68,9	591,6	98,5	0,0	0,0
2010	0	0	0	0	0	0	0	80	158	180,4	0,0	0,0
2011	0	0	0	0	0	0	0	62,9	0	109,5	0,0	0,0
2012	0	0	0	0	0	0	0	35,2	86,2	0,0	0,0	0,0
2013	0	0	0	0	0	0	0	35,3	91,1	0,0	0,0	0,0

Escoamento (mm) ocorrido na zona de Morreomem

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151,84	377,62	24,79	0,00	45,64
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,23	185,85	37,30	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,53	66,92	160,83	102,03	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	145,04	249,48	0,00	0,00	0,00
1998	0,00	0,00	12,73	105,10	0,00	0,00	5,05	48,71	313,99	0,00	0,00	0,00
1999	32,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,18	264,18	171,81	268,57	58,80	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,96	24,14	206,91	260,23	31,38	0,00
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	326,28	65,17	0,00	48,49	0,00
2002	75,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107,08	297,53	378,50	0,00	0,00
2003	16,02	0,00	1,32	10,53	0,00	1,10	19,31	166,76	188,48	93,25	13,82	8,34
2004	16,02	0,00	1,32	10,53	0,00	1,10	19,31	166,76	188,48	93,25	13,82	8,34
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,55	333,52	36,64	0,00	0,00	0,00
2006	14,70	0,00	1,10	9,65	0,00	0,88	19,09	179,70	176,85	86,01	12,73	7,68
2007	14,70	0,00	1,10	9,65	0,00	0,88	19,09	179,70	176,85	86,01	12,73	7,68
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	153,59	129,46	120,68	495,89	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	151,18	1298,09	216,13	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	175,54	346,68	395,83	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,02	0,00	240,26	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,24	189,14	0,00	0,00	0,00
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	77,46	199,89	0,00	0,00	0,00